

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Porovnání parametrů autobusů pro MHD v Opavě

Comparison of Parameters of Buses for Public Transport in Opava

Student:

Petr Weiss

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Ivana Olivková, Ph.D.

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student: **Petr Weiss**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R003 Dopravní technika a technologie
Téma: **Porovnání parametrů autobusů pro MHD v Opavě**
Comparison of Parameters of Buses for Public Transport in Opava Town

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Analýza vozového parku- autobusů
3. Určení parametrů a vozidel na porovnání
4. Porovnání a hodnocení kritérií
5. Vyhodnocení a výběr autobusu
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

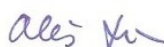
Surovec, P. Provoz a ekonomika silniční dopravy I. Ostrava: VŠB-TU Ostrava. 2000. ISBN – 80-7078-735-X
Folprecht, J., Křivda, V., Frič, J., Olivková, I. Městská hromadná doprava (vybrané statě). Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava. 1. vyd. Ostrava. 2005. 124 s. ISBN 80-248-0769-6
Gross, I. Kvantitativní metody v manažerském rozhodování. Praha: GRADA. Praha, 2003. ISBN 80-247-0421-8
Interní materiály dopravní firmy

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Ivana Olivková, Ph.D.**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Poděkování

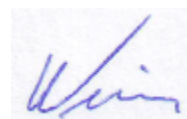
Tímto způsobem bych rád poděkoval vedoucí bakalářské práce, paní doc. Ing. Ivaně Olivkové, Ph.D. za veškerou pomoc, rady a konzultace s prací spojené. V neposlední řadě patří poděkování technickému náměstkovi panu Ing. Liboru Pěčonkovi za poskytnuté materiály související s danou problematikou a reálnější pohled na danou věc.

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

20. 5. 2013

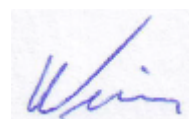


Podpis studenta

Prohlašuji, že

- Byl jsem seznámen, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 20. 5. 2013



Podpis

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Petr Weiss

Slezská 332

747 57, Slavkov

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

WEISS, P. *Porovnání parametrů autobusů pro MHD v Opavě: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2013, 60 s. Vedoucí práce: Olivková, I.

Bakalářská práce se zabývá výběrem vhodného autobusu pro městskou hromadnou dopravu v Opavě, konkrétně pro podnik MDPO a.s. První část práce se zabývá analýzou nových autobusů dostupných pro český trh. V další části jsou vozidla porovnávána na základě stanovených parametrů vybranými metodami. V poslední části je vyhodnocení daných metod a výběr vhodného vozidla.

ANNOTATION OF THESIS

WEISS, P. *Comparison of Parameters of Buses for Public Transport in Opava: bachelor thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of engineering, Institute of transport, 2013, 60 p. Thesis head: Olivková, I.

This thesis deals with the selection of a suitable bus for public transport in Opava, specifically for the enterprise MDPO a.s. The first part deals with the analysis of the new buses available for the Czech market. In other parts of the vehicles are compared on the basis of set parameters selected methods. The last part is the evaluation of the methods and selection of a suitable vehicle.

Obsah

Poděkování	3
Seznam zkratk.....	8
1. Úvod.....	9
1.1. Výhody a nevýhody autobusové dopravy.....	9
1.1.1. Výhody.....	9
1.1.2. Nevýhody	9
1.2. Historie autobusové dopravy.....	10
1.3. Rozdělení autobusů.....	12
1.3.1. Rozdělení dle typu karoserie	12
1.3.2. Rozdělení dle použití	12
1.3.3. Rozdělení dle provedení.....	13
1.3.4. Další dělení.....	14
1.4. Informace o Městském dopravním podniku Opava.....	14
2. Analýza autobusů k porovnání.....	15
2.1. Irisbus (Karosa).....	15
2.1.1. Irisbus Access'Bus GX 127 /L	15
2.1.2. Irisbus Citelis 10M	16
2.1.3. Irisbus Citelis 12M	17
2.1.4. IrisbusCitelis 10M CNG	18
2.1.5. Irisbus Citelis 12M CNG	19
2.1.6. Irisbus Citelis 12M Hybrid.....	20
2.2. Mercedes – Benz	22
2.2.1. Mercedes – Benz Conecto.....	22
2.2.2. Mercedes – Benz Citaro K	23
2.2.3. Mercedes – Benz Citaro	24
2.2.4. Mercedes – Benz Citaro (nové)	25
2.3. Solaris Bus &Coach.....	26
2.3.1. Solaris Urbino 10.....	26
2.3.2. Solaris Urbino 12.....	27
2.3.3. Solaris Urbino 12 CNG.....	28
2.3.4. Solaris Urbino 12 Eaton Hybrid	29
2.3.5. Solaris Škoda Hybrid H12.....	30
2.4. SOR	31

2.4.1.	SOR BN 9,5.....	31
2.4.2.	SOR BN 10,5.....	32
2.4.3.	SOR BN 12	33
2.4.4.	SOR NB 12 City.....	34
2.4.5.	SOR BNG 12.....	35
2.4.6.	SOR NBG 12.....	36
3.	Určení parametrů na porovnání.....	37
3.1.	Obsaditelnost.....	38
3.2.	Hmotnost.....	38
3.3.	Šířka dveří	39
3.4.	Nástupní výška	39
3.5.	Výkon motoru	39
3.6.	Převodovka.....	40
3.7.	Pořizovací cena.....	40
3.8.	Dostupnost servisu.....	40
4.	Porovnávání a hodnocení kritérií	41
4.1.	Požadavky na nové vozidlo.....	41
4.2.	Výběr a porovnání parametrů.....	41
4.3.	Určení vah kritérií.....	42
4.4.	Vícekritériální hodnocení.....	47
5.	Vyhodnocení a výběr autobusu.....	53
5.1.	Výhody a nevýhody naftového a CNG pohonu pro podnik MDPO	54
5.1.1.	Irisbus Citelis 12 M - diesel	54
5.1.2.	Irisbus Citelis 12 M CNG	54
6.	Závěr	56
	Seznam Literatury.....	57
	Seznam příloh	59

Seznam zkratek

CNG stlačený zemní plyn

MDPO městský dopravní podnik Opava

MHD městská hromadná doprava

1. Úvod

Autobus je motorové vozidlo, které je určeno k hromadné přepravě osob po silnici. Pohon je tvořen ve většině případů vznětovým pohonem. K dispozici je i hybridní pohon nebo pohon na CNG tj. pohon na stlačený zemní plyn. Autobus můžeme chápat jako nezávislý dopravní prostředek, který se vyznačuje především velkou pružností a přizpůsobivostí při změnách přepravních nároků v rámci městské hromadné dopravy. Tvoří základní kámen novodobé hromadné dopravy osob. Dojde – li k poruše, může autobusová doprava, nahradit jiný druh dopravy, vzhledem k své nezávislosti na dopravní cestě.

1.1. Výhody a nevýhody autobusové dopravy

1.1.1. Výhody

- Nezávislý pohyb po pozemních komunikacích
- Nezávislost na přívodu energie
- Nejvyšší operativnost v provozu, může nahradit jiný druh dopravy nebo při nečekaných situacích být náhle nasazen kdekoliv do provozu
- V MHD může sloužit pouze jako jediný dopravní prostředek nebo jako začleněná součást dopravy
- Lze rozložit přepravní proud do více tras v závislosti na dopravní síti
- Možnost zastavení přímo u chodníku a umožnit bezpečné vystoupení osob
- Trasa může být vedena i ve větších stoupáních díky dobré adhezi

1.1.2. Nevýhody

- Poměrně nízká obsaditelnost
- Negativní vlivy na životní prostředí
- Podléhá provozu silniční dopravy
- Ze všech vozidel městské hromadné dopravy má nejnižší technickou a ekonomickou životnost
- Nižší životnost spalovacích motorů oproti motorům elektrickým
- Nižší přetížitelnost ve špičce oproti tramvajové dopravě
- Pohonné hmoty jsou ze surovin ze zahraničních zdrojů

1.2. Historie autobusové dopravy

Pojem veřejná osobní dopravy sahá hluboko do historie. Využívala se například nosítka, nebo různé druhy forem dvojkolek, které byly hnány hlavně lidskou silou. Něco obdobného ještě v dnešní době můžeme vidět v Asii pod názvem rikša. Další možností dopravy pro veřejnost byla říční doprava, kterou převozníci přepravovali osoby přes řeky, kvůli kterým se většinou zakládala větší města v Evropě. Hlavním dopravním prostředkem však byly lidské nebo koňské nohy. Nákladní dálkovou dopravu provozovali formani, ale to už nemůžeme považovat za městskou dopravu. V 15. století se pro přepravu osob objevuje specializovaný vůz, tzv. kotčí. Vyráběly se jako lehčí košatinové korby. V 16. století si osvojily název kočáry a v 17. a 18. století se rozšířily jak pro dopravu osob ve městech, tak mimo ně.

Tyto dopravní prostředky však nebyla schopný pojmout větší počet osob. Proto prvním opravdovým, hromadným, dopravním prostředkem pro městský provoz, byl omnibus, určený pro hromadnou přepravu osob ve městě. První pokus o zavedení zkušebního provozu byl uskutečněn v Paříži roku 1662. Jejich provoz již nabýval charakteru MHD, jelikož jezdily na pravidelných linkách za dané jízdné. Skutečný název Omnibus se ovšem začal používat až o cca 150 let později. Od roku 1828 už v Paříži vyjíždělo pravidelně celkem sto omnibusů z deseti stanovišť. Londýn začal s provozem omnibusů o rok později a Hamburk za dalších 10 let roku 1839.



Obr. č. 1.1 - Pařížský omnibus z r. 1860 [1]

Počátkem 19. století byly v Praze vydlážděny téměř veškeré ulice a tak nic nebránilo tomu, aby roku 1829 dostal povolení jeden z největších pražských povozníků, Jakub Chocenský, provozovat na zkoušku jeden „společný vůz“. Tento vůz byl schopen pojmout 15-20 osob a jezdil v době od 7:45 hod ráno do večera, kdy končila divadelní představení. Také díky nepříliš vhodně zvolené trase byl roku 1830 provoz zastaven a Chocenský tak používal své vozy pouze pro příležitostní a výletní jízdy. Znovuobrození pravidelného užívání omnibusu v Praze přišlo v roce 1843 a dva roky na to už jezdilo pravidelně 5 linek. Se zavedením koňky byla omnibusová doprava vytlačována a zůstávala jen tam, kde byla doprava městskou drahou obtížnější.

Jako velký milník ve vývoji dopravy ve městech lze považovat rok 1885, kdy byl uveden první vůz se spalovacím motorem, jenž dostal název tricýkl a byl sestaven Němcem Karlem Benzem. V tutéž dobu byl sestaven i první motocykl postavený Gottliebem Daimlerem. Těmito dopravními prostředky odstartovala éra motorizmu a hlavně automobilizmu. Roku 1904 se v Londýnském provozu začaly objevovat první automobilové omnibusy a ihned se velmi dobře osvědčily.

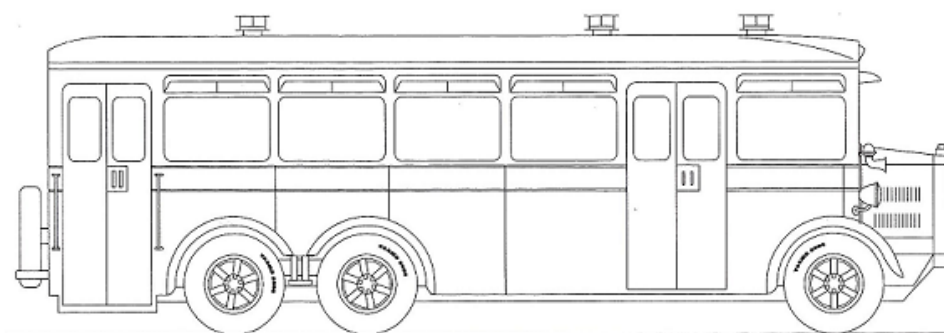
V Praze byl provoz autobusů zaveden roku 1908. Bohužel tento pokus pro malý výkon motoru neuspěl. Přibrzdění rozvoje poté zapříčinila první světová válka. Roku 1922 se Praha rozrostla o 37 okolních obcí, proto bylo nutné zavést městskou hromadnou dopravu. Trvalý provoz autobusů však začal až roku 1925. Nejdříve jezdily autobusové linky pouze v okrajových částech města, aby svázely lidi na tramvajové spoje, brzy, ale doplnily tramvajovou síť i ve městě. [1]



obr. č. 1.2 - 1. typ pražských autobusů [1]

Mírný rozvoj dopravy nastal po skončení první světové války. Významný rok pro opavskou městskou hromadnou dopravu lze považovat rok 1903, kdy Opava podepsala

smlouvu s berlínskou společností AEG pro výstavbu tramvajové dopravy. Provoz byl zahájen začátkem prosince roku 1905. Během prvního měsíce dráha přepravila 100 000 osob, což se později ukázalo, že bylo pouze důsledkem novosti. Za první rok plného provozu byl počet přepravených osob 830 000. Roku 1941 se městská rada rozhodla pro přeměnu tramvajové dopravy na trolejbusovou v důsledku rozvoje dopravy. Se zhoršující se válečnou situací Německa se celý projekt však zřítíl do záhuby. V dubnu roku 1941 však byla alespoň zahájena autobusová doprava do příměstských částí, kterou do konce války zajišťovaly pouze dvě vozidla a to Tatra 24 a Škoda 505. [2]



Obr. č. 1.3 - autobus Tatra 24 [2]

1.3. Rozdělení autobusů

Autobusy můžeme dělit z hlediska více faktorů a to:

1.3.1. Rozdělení dle typu karoserie

- a) velký autobus – obsaditelnost je 23 a více míst
- b) malý autobus – obsaditelnost je 9 – 22 míst
 - minibus – obsaditelnost je 9 až 16 míst
 - midibus – obsaditelnost je 17 až 22 míst

1.3.2. Rozdělení dle použití

- a) Městský – má větší počet dveří, obvykle 3 – 4, které jsou obvykle širší. Mají více míst pro stojící vzhledem k místům pro sedící. Je proto vybaven tyčemi a úchyty pro bezpečné držení a jízdu stojících. Ve většině případů zde můžeme najít vyhrazené místo pro kočárek nebo pro invalidní vozíček. Často bývají i nízkopodlažní pro snadnější a rychlejší nástup

cestujících. Převodovka je konstruována pro častý plynulý rozjezd a pro rychlosti cca do 80 km/h.

- b) Meziměstský (linkový) – autobusy jsou vybaveny menším počtem dveří, bývají to jedny nebo v častější variantě dvoje. Oproti městským autobusům mají také více míst pro sedící, které bývají pohodlnější vzhledem k delší přepravě.
- c) Dálkový – Autobus je konstruován pro daleko vyšší rychlosti, než v předchozích případech, proto od roku 2004 musí mít bezpečnostní pásy pro cestující. Vyznačuje se velmi pohodlnými sedadly, které jsou doplněny opěrkami hlavy a rukou a jsou polohovatelná. Pod podlahou je umístěn zavazadlový prostor pro cestující. Bývá zde luxusní vybavení, jakým je například klimatizace, televize, lednice, ale také sociální zařízení pro osádku.

1.3.3. Rozdělení dle provedení

- a) Kloubový – Vyznačuje se dvoudílnou karosérií spojenou kloubem. Je delší a pojme více cestujících. Kloub je z důvodu snadnějšího průjezdu zatáčkou.
- b) Jednopodlažní – Je to nejrozšířenější provedení autobusu, kdy se prostor pro cestující nachází v jednom podlaží.
- c) Prostor pro cestující je rozdělen do dvou podlaží. Je výhodnější než kloubový v průjezdu ostrých zatáček. Při zachování stejné délky oproti jednopodlažnímu pojme cca dvakrát více cestujících. [1]

1.3.4. Další dělení

a) Dělení dle směrnice 70/156 EHS – osobní doprava v kategorii M:

M1 – osobní automobil do hmotnosti 3500 kg

M2 – autobus do hmotnosti 5000 kg

M3 – autobus s větší hmotností než 5000 kg

b) Dělení dle směrnice 2001/85/ES:

Třída A – maximální obsaditelnost 22 míst i pro přepravu stojících cestujících

Třída B – maximální obsaditelnost 22 míst pouze pro sedící cestující

Třída I – minimálně 23 míst určených ke stání i sezení a umožňující častý pohyb cestujících (městský).

Třída II – minimálně 23 míst určených k sezení a pro stojící v uličkách nebo v místech vyhrazených pro stání, který není větší než dvě zdvojená sedadla

Třída III – minimálně 22 míst určených pouze k sezení (dálkový).

1.4. Informace o Městském dopravním podniku Opava

Městskou hromadnou dopravu v Opavě provozuje a zajišťuje Městský dopravní podnik Opava -MDPO a.s. Podnik má ve městě a v příměstských částech a obcích 14 linek. Celkově vlastní 34 vozidel s průměrným stářím 7,3 let ke konci roku 2012, přitom životnost každého vozidla je přibližně 15 let. Každé vozidlo ročně najede v průměru 60 000 km a přepraví přibližně 420 000 evidovaných odbavovacím systémem ročně. Jednotlivá vozidla nejsou nasazována na konkrétní linku, ale v celé síti městské hromadné dopravy.

Firma sídlí v Opavě – Kylešovicích. V tomto areálu se nachází garáže pro autobusy i trolejbusy včetně 16 trolejových stop. Dále jsou zde dílny, myčka, lakovna, sklady, sociální zázemí pro zaměstnance a kanceláře administrativy. Součástí komplexu je také plynová kotelna, dopravní a energetický dispečink a vrátnice.



Obr. 1.4. – Garáže a dílny MDPO

2. Analýza autobusů k porovnání

2.1. Irisbus (Karosa)

Nejznámější český výrobce, který sídlí ve Vysokém Mýtě. První autobus zde byl vyroben roku 1928, kdy firma převzala karosárnu Sodomka. V květnu 2012 již vyjel vyrobený kus číslo 111 111, ovšem již pod názvem Iveco Irisbus, pod kterým vystupuje od 1. ledna 2007.

Firma má aktuálně v nabídce pro městskou hromadnou dopravu ucelenou řadu nízkopodlažních autobusů Citelis, která v roce 2005 nahradila konstrukčně podobnou řadu City Bus.

2.1.1. Irisbus Access'Bus GX 127 /L

Je to dvounápravové třídvěřové vozidlo (Obr. 2. 1.) se samonosnou karoserií určenou pro městský provoz. Je rozpoznatelný pro své jemné linky, hladké provedení oken a dveří, jednotné rámy dveří. Celková obsaditelnost je 70 – 90 míst + řidič, podle dané výbavy. Je to nízkopodlažní vozidlo. V příplatkové verzi je možnost snížení výšky pérování a také kneeling na pravou stranu s citlivými hranami nebo bez citlivých hran. Je vybaven elektrickou nástupní rampou pro invalidní vozík, prostorem

pro vozíčkáře a 4 sedadly určenými právě těmto cestujícím. Délka autobusu je 10 640 mm, šířka 2 330 mm a výška 2 924 mm bez klimatizace.

Hnací agregát tvoří naftový šestiválec Iveco TECTOR Diesel (Euro 5) o výkonu 160 kW nebo také silnější o výkonu 194 kW. Převodovka je zde automatická 4 nebo 6-ti stupňová ALLISON. Přední náprava IR75 má nezávislé zavěšení kol, zadní hnací náprava je zde portálová s dvojitou redukcí, typ ZF AV 132. [3]



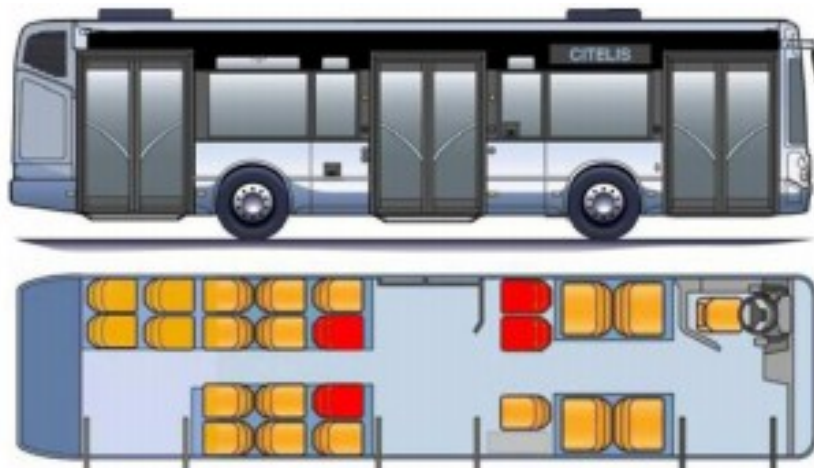
Obr. 2.1. Irisbus Access'Bus GX 127 L [3]

2.1.2. Irisbus Citelis 10M

Je to dvounápravové třídvéřové vozidlo (Obr. 2. 2.) se samonosnou karoserií sešroubovanou z 6 panelů. Střešní panel je z ocelového plechu, z polyesteru pak přední a zadní panel. Boční panely jsou z hliníku. Přední, prostřední i zadní dveře se otevírají s rotačně posuvným pohybem dovnitř. Má celkovou obsaditelnost 90 míst + řidič, z toho je 19-23 míst k sezení podle dané výbavy. Je to nízkopodlažní vozidlo. V příplatkové verzi je možnost snížení výšky pérování a také kneeling na pravou stranu s citlivými hranami nebo bez citlivých hran a ruční nebo elektrickou nástupní rampu pro invalidní vozík. Délka autobusu je 10 460 mm, šířka 2 500 mm a výška 2 924 mm bez klimatizace a 3 400 mm včetně ní. Rozvor je 4 590 mm. Nástupní výška předních dveří je 320 mm, prostředních 330 mm a zadních 330 mm. Šířka je 1 200 mm u všech tří. Celková dovolená hmotnost vozidla je 18 000 kg podle dané výbavy.

Hnací agregát, který tvoří přeplňovaný naftový šestiválec IVECO CURSOR 8 (Euro5) o zdvihovém objemu 7,8 litrů je napříč uložen. Motor má dvě výkonové varianty a to slabší s maximálním výkonem 180 kW (245 k) při 1850 ot/min nebo výkonnější

s maximálním výkonem 213 kW (290 k) při 2050 ot/min. Převodovka je zde VOITH D.854.5, ZF5 HP 504c nebo ZF6 HP 504c. Přední náprava IR75 má nezávislé zavěšení kol, řízení ZF, typ 8098 s integrovaným hydraulickým posilovačem, zadní náprava je portálová s dvojitou redukcí, typ ZF AV 132. [4]



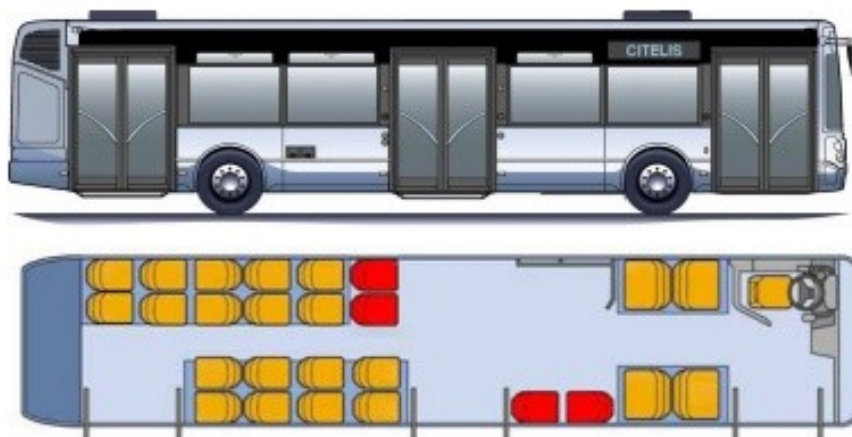
Obr. 2.2. Irisbus Citelis 10M [4]

2.1.3. Irisbus Citelis 12M

Je to dvounápravové třídvěřové vozidlo (Obr. 2. 3.) se samonosnou karoserií sešroubovanou z 6 panelů. Střešní panel je z ocelového plechu, z polyesteru pak přední a zadní panel. Boční panely jsou z hliníku. Přední, prostřední i zadní dveře se otevírají s rotačně posuvným pohybem dovnitř. Má celkovou obsaditelnost 96 míst + 1 řidič, z toho je 32 míst pro sedící. Obsaditelnost se však může lehce lišit podle dané výbavy. Je to nízkopodlažní vozidlo, které v příplatkové verzi obsahuje také kneeling a ruční nebo elektrickou nástupní rampu pro invalidní vozík. Délka autobusu je 11 990 mm, šířka 2 500 mm a výška 2 924 mm, s klimatizací pak 3 040 mm. Rozvor činí 6 120 mm. Nástupní výška předních dveří je 320 mm, prostředních a zadních 330 mm. Šířka je u všech shodná 1 200 mm. Vnitřní světlá výška je vpředu 2 344 mm, vzadu pak 2 309 mm. Celková dovolená hmotnost činí 18 000 kg v závislosti na výbavě vozidla.

Vyklápěcí zadní kryt umožňuje přístup ke hnacímu agregátu, který tvoří přeplňovaný naftový šestiválec IVECO CURSOR 8 (Euro 5) o zdvihovém objemu 7,8 litrů, který je napříč uložen. K mání jsou dvě výkonové varianty a to slabší s maximálním výkonem 180 kW (245 k) při 1850 ot/min nebo výkonnější s maximálním výkonem 213 kW (290 k)

při 2050 ot./min. Převodovka je zde VOITH D.854.5, ZF5 HP 504c nebo ZF6 HP 504c. Přední náprava IR75 má nezávislé zavěšení kol, řízení ZF, typ 8098 s integrovaným hydraulickým posilovačem, zadní náprava je portálová s dvojitou redukcí, typ ZF AV 132. [5]



Obr. 2.3. Irisbus Citelis 12M [5]

2.1.4. IrisbusCitelis 10M CNG

Je to dvounápravové třídvéřové vozidlo (Obr. 2. 4.) se samonosnou karoserií sešroubovanou z 6 panelů. Střešní panel je z ocelového plechu, z polyesteru pak přední a zadní panel. Boční panely jsou z hliníku. Přední, prostřední i zadní dveře se otevírají s rotačně posuvným pohybem dovnitř. Má celkovou obsaditelnost 90 míst + řidič, z toho je 19-23 míst k sezení podle dané výbavy. Je to nízkopodlažní vozidlo. V příplatkové verzi je možnost snížení výšky pérování a také kneeling na pravou stranu s citlivými hranami nebo bez citlivých hran a ruční nebo elektrickou nástupní rampu pro invalidní vozík. Délka autobusu je 10 460 mm, šířka 2 500 mm a výška 3 301 mm. Rozvor je 4 590 mm. Nástupní výška předních dveří je 320 mm, prostředních 330 mm a zadních 330 mm. Šířka je 1 200 mm u všech tří. Vnitřní světlá výška je vpředu 2 344 mm, vzadu 2 319 mm. Celková dovolená hmotnost vozidla je 18 000 kg podle dané výbavy.

Pohonnou jednotku autobusu tvoří vertikální řadový šestiválec Iveco Cursor 8 CNG (EEV), jenž je poháněn stlačitelným zemním plynem. K dostání jsou rovněž dvě výkonové varianty, z toho slabší o výkonu 180 kW (245 HP) při 1850 ot/min a kroutícím momentu 1000 Nm při 1100 ot/min a výkonnější 213 kW (290 HP) při 2000 ot/min a kroutícím momentu 1100 Nm při 1100 ot/min. Vozidlo má automatickou převodovku

VOITH D.854.5 nebo ZF5 HP 504c nebo ZF6 HP 504c. Přední náprava IR75 má nezávislé zavěšení kol, řízení ZF, typ 8098 s integrovaným hydraulickým posilovačem. Zadní náprava je portálová s dvojitou redukcí, typ ZF AV 132. Vozidlo má také 8 nádrží CNG3 na 155 litrů (nebo CNG4 s 8 nádržemi na 154 l.) [6]



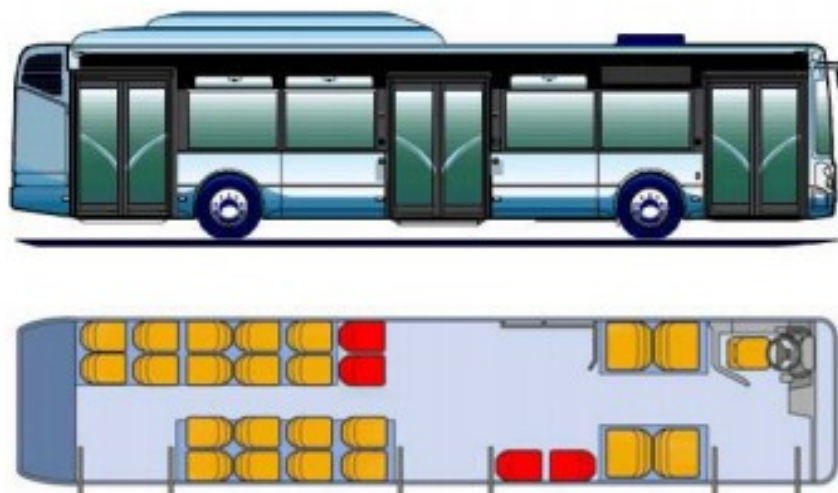
Obr. 2.4. IrisbusCitelis 10M CNG [6]

2.1.5. Irisbus Citelis 12M CNG

Je to dvounápravové třídvéřové vozidlo (Obr. 2. 5.) se samonosnou karoserií sešroubovanou z 6 panelů. Střešní panel je z ocelového plechu, z polyesteru pak přední a zadní panel. Boční panely jsou z hliníku. Přední, prostřední i zadní dveře se otevírají s rotačně posuvným pohybem dovnitř. Má celkovou obsaditelnost 96 míst + 1 řidič, z toho je 32 míst pro sedící. Obsaditelnost se však může lehce lišit podle dané výbavy. Je to nízkopodlažní vozidlo, které v příplatkové verzi obsahuje také kneeling a ruční nebo elektrickou nástupní rampu pro invalidní vozík. Délka autobusu je 11 990mm, šířka 2 500 mm a výška 3 301 mm. Rozvor činí 6 120 mm. Nástupní výška předních dveří je 320 mm, prostředních a zadních 330 mm. Šířka je u všech shodná 1 200 mm. Vnitřní světlá výška je vpředu 2 344 mm, vzadu pak 2 309 mm. Celková dovolená hmotnost činí 18 000 kg v závislosti na výbavě vozidla a místních předpisech.

Vyklápěcí zadní kryt umožňuje přístup ke hnacímu agregátu, který tvoří řadový šestiválec IVECO CURSOR 8 CNG (EEV) o zdvihovém objemu 7,8 litrů, jenž je poháněn stlačitelným zemním plynem. K mání jsou dvě výkonové varianty. Slabší

s maximálním výkonem 180 kW (245 k) při 1850 ot/min a kroutícím momentem 1000 Nm při 1100 ot/min nebo výkonnější s maximálním výkonem 213 kW (290 k) při 2050 ot/min a kroutícím momentem 1100 Nm při 1100 ot/min. Převodovka je zde VOITH D.854.5, ZF5 HP 504c nebo ZF6 HP 504c. Přední náprava IR75 má nezávislé zavěšení kol, řízení ZF, typ 8098 s integrovaným hydraulickým posilovačem. Zadní náprava je portálová s dvojitou redukcí, typ ZF AV 132. Vozidlo má také 8 nádrží CNG na 155 litrů (nebo CNG4 s 8 nádržemi na 154 l.). [7]

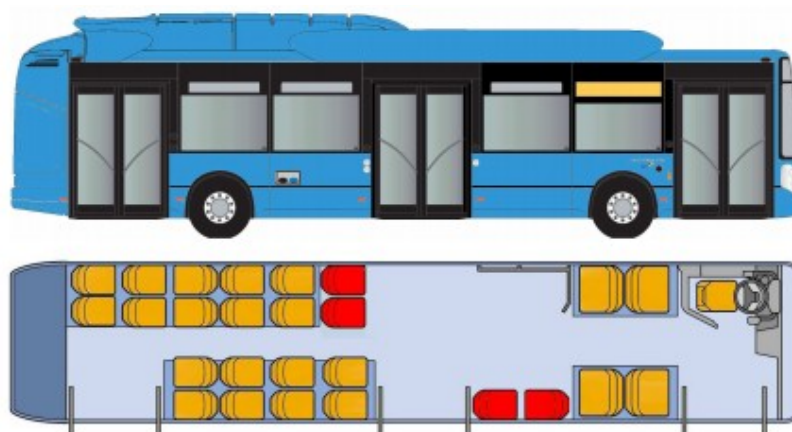


Obr. 2.5. Irisbus Citelis 12M CNG [7]

2.1.6. Irisbus Citelis 12M Hybrid

Je to dvounápravové třídvéřové vozidlo (Obr. 2. 6.) se samonosnou karoserií sešroubovanou z 6 panelů. Střešní panel je z ocelového plechu, z polyesteru pak přední a zadní panel. Boční panely jsou z hliníku. Přední, prostřední i zadní dveře se otevírají s rotačně posuvným pohybem dovnitř. Má celkovou obsaditelnost 82 míst + 1 řidič, z toho je 32 míst pro sedící. Obsaditelnost je ovšem závislá na dané výbavě vozidla. Je to nízkopodlažní vozidlo, které v příplatkové verzi obsahuje také kneeling a ruční nebo elektrickou nástupní rampu pro invalidní vozík. Délka autobusu je 11 990 mm, šířka 2 500 mm a výška 3 391 mm. Rozvor činí 6 120 mm. Nástupní výška předních dveří je 320 mm, prostředních a zadních 330 mm. Šířka je u všech shodná 1 200 mm. Vnitřní světlá výška je vpředu 2 344 mm, vzadu pak 2 309 mm. Celková dovolená hmotnost činí 18 000 kg v závislosti na výbavě vozidla a místních předpisech.

Autobus disponuje naftovým vzadu napříč uloženým šesti válcovým pohonným agregátem Iveco Tector 6 (EEV) o zdvihovém objemu 5,9 litrů, výkonu 230 kW (300 k) při 1850 ot/min a točivém momentu 1100 Nm při 1100 ot/min. Vozidlo je vybaveno elektromotorem (sériový hybrid) bez převodovky a bez úhlového pohonu. Maximální výkon elektromotoru je kontinuální 120 kW a špičkový 175 kW. Přechodný krouticí moment má 2360 Nm, špičkový 3300 Nm. Elektromotor má integrované ASR a brzdící funkce. Generátor je zde bezkartáčový s trvalým magnetem přišroubovaný k motoru Tector o výkonu 140 kW, vodou chlazený s chladičem a ventilátory na střeše. Trakční baterie je lithium-ionová nano-fosfátová pro rekuperaci brzděné energie nabíjená elektromotorem při zpomalování. Přední náprava IR75 má nezávislé zavěšení kol, šnekové řízení ZF, typ 8098 s integrovaným hydraulickým posilovačem. Zadní náprava je inverzní dvoj redukční, typ ZF AV 132. [8]



Obr. 2.6. – Irisbus Citelis 12M Hybrid [8]

2.2. Mercedes – Benz

Mercedes – Benz nabízí pro MHD hned tři řady autobusů pro městskou dopravní linku a to téměř 20 m dlouhý model CapaCity, kterým se nebudeme dále zabývat z důvodu pro něj nepřístupných opavských zastávek. Dále to jsou modely Conecto, mezi jehož přednosti patří vysoká úspornost a také výborný poměr cena-výkon. Základ nabídky ovšem tvoří model Citaro. Od zahájení výroby v roce 1998, již bylo prodáno 30 000 kusů. Nabízí neskutečných 28 různých variant, ušitých přímo na míru zákazníkovi. Autobusy vyrábí společnost EvoBus patřící do koncernu Daimler AG. Řada Citaro je vyráběna s naftovým pohonem nebo CNG.

2.2.1. Mercedes – Benz Conecto

Je to dvounápravové třídvéřové vozidlo (Obr. 2. 7.), které staví na komponentech z velkosériové výroby, jež se osvědčily v praxi. Jedná se o stabilní prstencovou konstrukci, která zajišťuje vysokou pevnost při převrácení podle normy ECE R 66. Přední, prostřední i zadní dveře se otevírají pneumaticky výkyvným pohybem dovnitř. Celková obsaditelnost je 94 míst + 1 řidič, z toho je 26 standardně a max. 35 na přání, míst pro sedící. Obsaditelnost v poměru stání - sezení je závislá na požadavcích dopravce. Je to nízkopodlažní vozidlo. Délka autobusu je 11 950 mm, šířka 2 550 mm a výška 3 076 mm včetně klimatizace. Rozvor činí 5 990 mm. Nástupní výška předních dveří je 370 mm, prostředních a zadních také 370 mm. Světlá šířka je u všech shodná 1 250 mm. Vnitřní světlá výška je vpředu i vzadu 2313 mm. Celková dovolená hmotnost činí 19 000 kg v závislosti na výbavě vozidla a místních předpisech.

Hnací agregát, tvoří v sérii řadový naftový šestiválec Mercedes-Benz OM 926 LA (Euro 4) o zdvihovém objemu 7,2 litrů a výkonu 210 kW. Točivý moment je 1 120 Nm při 1 100 ot/min. Na přání jsou k dispozici další čtyři motory. Převodovka je zde 4-stupňová automatická převodovka Voith 854.3 Přední náprava je tuhá s okem značky Mercedes-Benz, typ VO 4/39 CL-7.5. Zadní hnací náprava je zde ZF AV-132/80. [9]



Obr. 2.7. Mercedes-Benz Conecto [9]

2.2.2. Mercedes – Benz Citaro K

Je to dvounápravové dvoudveřové vozidlo (Obr. 2. 8.), které staví na komponentech z velkosériové výroby, jež se osvědčily v praxi. Jedná se o stabilní prstencovou konstrukci, která zajišťuje vysokou pevnost při převrácení podle normy ECE R 66. Přední i zadní dveře se otevírají pneumaticky výkyvným pohybem dovnitř. Celková obsaditelnost je 87 míst + 1 řidič, z toho je 27 standardně a max. 31 (na přání) míst pro sedící. Obsaditelnost v poměru stání - sezení je závislá na požadavcích dopravce. Je to nízkopodlažní vozidlo s elektronickou regulací výšky, které je vybaveno kneelingem a rampou nebo zvedacím zařízením pro invalidní vozíky. Délka autobusu je 10 503 mm, šířka 2 550 mm a výška 3 076 mm včetně klimatizace. Rozvor činí 4 398 mm. Nástupní výška předních dveří je 320 mm a zadních 340 mm. Světlá šířka je u všech shodná 1 250 mm. Vnitřní světlá výška je vpředu 2313 a vzadu 2082 mm. Celková dovolená hmotnost činí 19 000 kg v závislosti na výbavě vozidla a místních předpisech. Vlastní hmotnost je 10 037 kg.

Hnací agregát, tvoří sériový řadový naftový šestiválec Mercedes-Benz OM 926 hLA (Euro 4) BlueTec o zdvihovém objemu 6370 cm³ a výkonu 210 kW. Točivý moment je 1 120 Nm při 1 100 ot/min. Převodovka je zde 4- stupňová automatická převodovka Voith 854.3. Přední náprava je ZF RL 75 EC s nezávislým zavěšením kol. Zadní hnací náprava je portálová. [10]



Obr. 2.8.- Mercedes - Benz Citaro K [10]

2.2.3. Mercedes – Benz Citaro

Je to dvounápravové dvou nebo třídvéřové vozidlo (Obr. 2. 9.), které staví na komponentech z velkosériové výroby, jež se osvědčily v praxi. Jedná se o stabilní prstencovou konstrukci, která zajišťuje vysokou pevnost při převrácení podle normy ECE R 66. Přední, prostřední i zadní dveře se otevírají pneumaticky výkyvným pohybem dovnitř. Celková obsaditelnost je 105 míst + 1 řidič, z toho je 28 míst pro sedící v případě třídvéřové verze a 106 míst + řidič z toho 32 pro sedící v případě verze dvoudvéřové. Je to nízkopodlažní vozidlo s elektronickou regulací výšky, které je vybaveno kneelingem a rampou nebo zvedacím zařízením pro invalidní vozíky. Délka autobusu je 11 950 mm, šířka 2 550 mm a výška 3 076 mm včetně klimatizace. Rozvor činí 5 845 mm. Nástupní výška předních dveří je 320 mm a zadních 340 mm. Světla šířka je u všech shodná 1 250 mm. Vnitřní světla výška je vpředu 2313 a vzadu 2082 mm. Celková dovolená hmotnost činí 19 000 kg v závislosti na výbavě vozidla a místních předpisech. Vlastní hmotnost je 10 037 kg.

Hnací agregát, tvoří sériový řadový naftový šestiválec Mercedes-Benz OM 926 hLA (Euro 4) BlueTec o zdvihovém objemu 6370 cm³ a výkonu 210 kW, kde je točivý moment 1 120 Nm při 1 600 ot/min. nebo na přání výkonnější Mercedes-Benz OM 457 hLA (Euro 4/Euro 5/EEV) o výkonu 220 kW. Točivý moment je 1 250 Nm při 1 100 ot/min. Převodovka je zde 4- stupňová automatická převodovka Voith 854.3 u slabší verze, výkonnější verze má 4-stupňovou automatickou převodovku Voith 854.3

nebo ZF 6 HP. Přední náprava je ZF RL 75 EC s nezávislým zavěšením kol. Zadní hnací náprava je portálová. [11]



Obr. 2.9. Mercedes - Benz Citaro [11]

2.2.4. Mercedes – Benz Citaro (nové)

Je to dvounápravové dvou nebo třídvéřové vozidlo, které staví na komponentech z velkosériové výroby, jež se osvědčily v praxi. Jedná se o stabilní prstencovou konstrukci, která zajišťuje vysokou pevnost při převrácení. Přední, prostřední i zadní dveře se otevírají pneumaticky výkyvným pohybem dovnitř. Celková obsaditelnost je 105 míst + 1 řidič, z toho je 28 míst pro sedící v případě třídvéřové verze a 106 míst + řidič z toho 32 pro sedící v případě verze dvoudvéřové. Je to nízkopodlažní vozidlo s elektronickou regulací výšky, které je vybaveno kneelingem a rampou nebo zvedacím zařízením pro invalidní vozíky. Délka autobusu je 12 105 mm, šířka 2 550 mm a výška 3 120 mm včetně klimatizace. Rozvor činí 5 900 mm. Nástupní výška předních dveří je 320 mm a zadních 340 mm. Světla šířka je u všech shodná 1 250 mm. Vnitřní světla výška je vpředu 2 313 mm a vzadu 2082 mm. Celková dovolená hmotnost činí 19 000 kg v závislosti na výbavě vozidla a místních předpisech. Vlastní hmotnost je 11 000 kg v závislosti na výbavě.

Hnací agregát, tvoří seriový řadový naftový šestiválec Mercedes-Benz OM 926 hLA (Euro 5) BlueTec o zdvihovém objemu 7200 cm³ a výkonu 210 kW při 2.200 ot/min nebo na přání výkonnější Mercedes-Benz OM 457 hLA (Euro 5) o výkonu 260 kW. Točivý

moment je 1 200 Nm při 1 100 ot/min. Převodovka je zde 4- stupňová automatická převodovka Voith 854.3 u slabší verze, výkonnější verze má 4-stupňovou automatickou převodovku Voith 854.3 nebo ZF 6 HP. Přední náprava je ZF RL 75 EC s nezávislým zavěšením kol. Zadní hnací náprava je portálová. [12]



Obr. 2.10. Mercedes - Benz Citaro [12]

2.3. Solaris Bus &Coach

Je to polský výrobce vyrábějící autobusy, trolejbusy a tramvaje. Sídli v Bolechowě u Poznaň. Společnost vznikla již v roce 1994 s licencí pro výrobu německých autobusů Neoplan, ale až od roku 2001 nese jméno Solaris Bus & Coach. Výhradním distributorem u nás je společnost Solaris Czech. Prioritním výrobkem firmy jsou nízkopodlažní autobusy Solaris Urbino určené pro městský provoz, které se vyrábí v různých verzích a liší se hlavně délkou a přepravní kapacitou.

2.3.1. Solaris Urbino 10

Je to dvounápravové třídvéřové vozidlo (Obr. 2. 10.). Má samonosnou Karoserii. Konstrukce je zhotovena z oceli odolné proti korozi a boční lemování je zhotoveno rovněž z oceli a hliníkových panelů. Obsaditelnost je 16 – 25 + 1 (řidič) míst pro sedící a 57 – 76 míst ke stání v závislosti na vybavení vozidla. Je to nízkopodlažní vozidlo vybaveno kneelingem až o 70 mm na pravou stranu a výklopnou rampou pro invalidní vozíky na

prostředních dveří. Délka autobusu je 9940 mm, šířka 2 550 mm a výška 2 850 mm, s klimatizací 3 035 mm. Rozvor činí 4 800 mm. Nástupní výška předních a prostředních dveří je 320 mm a zadních 340 mm. Pohotovostní hmotnost je v rozmezí 9 300 – 11 700 kg. Maximální přípustná pak 15 500 kg.

Hnací agregát, který v serii tvoří naftový šestiválec Cummins ISB6.7 250B o výkonu 180,5 kW nebo Cummins ISB6.7 285b o výkonu 209 kW. Převodovka je zde standardně automatická VOITH Diwa 5 nebo na přání ZF Ecolife. Přední náprava ZF RL 75 EC má nezávislé zavěšení kol, řízení je zde ZF Servocom 8098s integrovaným hydraulickým posilovačem, zadní náprava je portálová s dvojitou redukcí, typ ZF AV 132. [13]



Obr. 2.11. Solaris Urbino 10 [13]

2.3.2. Solaris Urbino 12

Je to dvounápravové třídvěřové vozidlo (Obr. 2. 11.). Má samonosnou Karoserii. Konstrukce je zhotovena z oceli odolné proti korozi a boční lemování je zhotoveno rovněž z oceli a hliníkových panelů. Obsaditelnost je 25 – 43 + 1 (řidič) míst pro sedící a 61 – 77 míst ke stání v závislosti na vybavení vozidla. Je to nízkopodlažní vozidlo vybaveno kneelingem až o 70 mm na pravou stranu a výklopnou rampou pro invalidní vozíky na prostředních dveřích. Délka autobusu je 12 000 mm, šířka 2 550 mm a výška 2 850 mm, s klimatizací 3 035 mm. Rozvor činí 5 900 mm. Nástupní výška předních a prostředních dveří je 320 mm a zadních 340 mm. Šířka všech dveří je 1 350 mm Pohotovostní hmotnost je 11 280 kg v závislosti na výbavě. Maximální přípustná pak 18 000 kg.

Hnací agregát, který v serii tvoří naftový šestiválec DAF PR183 o výkonu 188 kW. Na přání jsou také výkonnější varianty 231kW a 266kW nebo lze volit mezi motory Cummins ISB6.7 250B o výkonu 180,5 kW a Cummins ISB6.7 285b o výkonu 209 kW. Převodovka je zde standardně automatická VOITH Diwa 5, na přání lze vybírat mezi ZF Ecolife a Allison Torqmatic (pouze s motory Cummins). Přední náprava ZF RL 75 EC má nezávislé zavěšení kol, řízení je zde ZF Servocom 8098 s integrovaným hydraulickým posilovačem, zadní náprava je portálová s dvojitou redukcí, typ ZF AV 132. [14]



Obr. 2.12. Solaris Urbino 12 [14]

2.3.3. Solaris Urbino 12 CNG

Je to dvounápravové třídvéřové vozidlo (Obr. 2. 12.). Má samonosnou Karoserii. Konstrukce je zhotovena z oceli odolné proti korozi a boční lemování je zhotoveno rovněž z oceli a hliníkových panelů. Obsaditelnost je 25 – 42 + 1 (řidič) míst pro sedící a 72 – 76 míst ke stání v závislosti na vybavení vozidla. Je to nízkopodlažní vozidlo vybaveno kneelingem až o 70 mm na pravou stranu a výklopnou rampou pro invalidní vozíky na prostředních dveřích. Délka autobusu je 12 000 mm, šířka 2 550 mm a výška 3 430 mm. Rozvor činí 5 900 mm. Nástupní výška předních a prostředních dveří je 320 mm a zadních 340 mm. Šířka všech dveří je 1 350 mm Pohotovostní hmotnost je 10 400 kg až 13 000 kg v závislosti na výbavě. Maximální přípustná pak 18 000 kg.

Pohonnou jednotku tvoří dva typy motorů a to standardně Cummins ISLG 320 o výkonu 234,8 kW. Na přání je k dispozici motor FPT Cursor 8 CNG o výkonu 213 kW.

Převodovka je zde standardně automatická VOITH Diwa 5 nebo na přání ZF Ecolife. Vozidlo má 6 plynových kompozitních láhví o objemu 214 litrů (dle ECE R110). Přední náprava ZF RL 75 EC má nezávislé zavěšení kol, řízení je zde ZF Servocom 8098 s integrovaným hydraulickým posilovačem, zadní náprava je portálová s dvojitou redukcí, typ ZF AV 132. [15]



Obr. 2.13. Solaris Urbino 12 CNG [15]

2.3.4. Solaris Urbino 12 Eaton Hybrid

Je to dvounápravové třídvéřové vozidlo (Obr. 2. 13.). Má samonosnou Karoserii. Konstrukce je zhotovena z oceli odolné proti korozi a boční lemování je zhotoveno rovněž z oceli a hliníkových panelů. Obsaditelnost je 25 – 37 + 1 (řidič) míst pro sedící a maximálně 76 míst ke stání v závislosti na vybavení vozidla. Je to nízkopodlažní vozidlo vybaveno kneelingem až o 70 mm na pravou stranu a výklopnou rampou pro invalidní vozíky na prostředních dveřích. Délka autobusu je 12 000 mm, šířka 2 550 mm a výška 3 430 mm. Rozvor činí 5 900 mm. Nástupní výška předních a prostředních dveří je 320 mm a zadních 340 mm. Šířka všech dveří je 1 350 mm. Maximální přípustná hmotnost je 18 000 kg

Pohonnou jednotku tvoří naftový spalovací motor Cummins ISB6.7 225H (EURO 5, EEV) o výkonu 162 kW nebo 221 kW spolu se dvěma elektromotory. Hybridní systém Eaton je tvořen pohonnou jednotkou HDU (TA-C84) a akumulátorem Li-Ion (PEC). Elektromotor má maximální výkon 44 kW. Převodovka je zde automatická šestistupňová

Eaton. Přední náprava ZF RL 75 ES má nezávislé zavěšení kol, řízení je zde ZF Servocom 8098 s integrovaným hydraulickým posilovačem, zadní náprava je portálová s dvojitou redukcí, typ ZF AV 132. [16]



Obr. 2.14. SolarisUrbino 12 Eaton Hybrid [16]

2.3.5. Solaris Škoda Hybrid H12

Je to dvounápravové třídvěřové vozidlo (Obr. 2. 14.). Vozidlo nebylo zhotoveno pro konkrétního zákazníka, ale s ohledem, že s rostoucí cenou PHM bude poptávka po hybridech čím dál větší. Vozidlo má samonosnou Karoserii. Konstrukce je zhotovena z oceli odolné proti korozi a boční lemování je zhotoveno rovněž z oceli a hliníkových panelů. Celková obsaditelnost je 70 + 1 (řidič) z toho je 25 - 36 míst pro sedící. Je to nízkopodlažní vozidlo vybaveno kneelingem až o 70 mm na pravou stranu a výklopnou rampou pro invalidní vozíky na prostředních dveřích. Délka autobusu je 12 000 mm, šířka 2 550 mm a výška 3 250 mm. Rozvor činí 5 900 mm. Nástupní výška předních a prostředních dveří je 320 mm a zadních 340 mm. Šířka všech dveří je 1 350 mm. Maximální přípustná hmotnost je 18 000 kg

Pohonnou jednotku tvoří naftový spalovací motor Cummins ISB6.7 225H (EURO 5, EEV) o výkonu 162 kW spolu s asynchronním elektromotorem Škoda ML 3444 K/4 o výkonu 160 kW. Dále je hybridní systém tvořen generátorem Kiepe PME250 / 7 se super kondenzátory a akumulátorem Li-Ion (PEC). Elektromotor má maximální

výkon 44 kW. Převodovka je zde automatická šestistupňová Eaton. Přední náprava je zde ZF RL 85/A s řízením ZF Servocom 8098 a s integrovaným hydraulickým posilovačem, zadní náprava je portálová s dvojitou redukcí, typ ZF AV 132. [17]



Obr. 2.15. Solaris Urbino Škoda Hybrid H12 [17]

2.4. SOR

SOR Libchavy spol. s r.o. je významná česká firma pro výrobu autobusů. Původně zde byla pouze strojírenská výroba, avšak v roce 1995 se zahájila výroba autobusů a začaly se psát nové dějiny. V současné době je SOR druhým největším výrobcem autobusů v ČR a vyrábí tyto vozidla v délce 8,5 m, 9,5 m, 10,5 m, 12 m, 13,5 m a 18 m v provedení pro městský, meziměstský a dálkový provoz. Zákazník si může zvolit pohon na stlačený zemní plyn - CNG, elektrický pohon nebo hybridní pohon.

2.4.1. SOR BN 9,5

Je to dvounápravové třídvéřové vozidlo (Obr. 2. 15.). Má polosamonosnou karoserii. Konstrukce je zhotovena z ocelových uzavřených profilů. Bočnice jsou z venku oplechované a zevnitř jsou obloženy plastovými deskami. Spodní části jsou z nerezové oceli. Celková obsaditelnost je 74 + 1 (řidič) z toho je 26 míst pro sedící v závislosti na

vybavení vozidla. Je to nízkopodlažní vozidlo pouze v dvou třetinách své délky, to umožňuje použít levnější komponenty na hnací nápravě. V prostředních dveřích má výklopnou rampu pro kočárky a invalidní vozíky. Délka autobusu je 9 600 mm, šířka 2 525 mm a výška 2 950 mm. Rozvor činí 4 450 mm. Nástupní výška je 320 mm. Výška podlahy vpředu je 340 mm, vzadu 800 mm. Šířka předních dveří je 800 mm, prostředních 1200 mm a zadních 660 mm. Provozní hmotnost je 7 500 kg. Maximální přípustná pak 15 000 kg.

Hnací agregát je naftový přeplňovaný šestiválec Iveco Tector F4AE3682F (Euro 5, EEV) o výkonu 185 kW. Převodovka je zde šestistupňová automatická Allison T280R, na přání lze dodat mechanickou převodovku ZF 6AS 1010 BO s automatizovaným řazením. Přední náprava je zde SOR BN 004s nezávislým zavěšením kol, řízení je zde hydraulické monoblokové RBL C 500V, zadní náprava je tuhá, typ DANA G150. [18]



Obr. 2.16. SOR BN 9,5 [18]

2.4.2. SOR BN 10,5

Je to dvounápravové třídvéřové vozidlo (Obr. 2. 16.) s polosamonosnou karosérii. Konstrukce je zhotovena z ocelových uzavřených profilů. Bočnice jsou zvenku oplechované a zevnitř jsou obloženy plastovými deskami. Spodní části jsou z nerezové oceli. Celková obsaditelnost je 90 + 1 (řidič) z toho je 30 míst pro sedící v závislosti na vybavení vozidla. Je to nízkopodlažní vozidlo pouze v dvou třetinách své délky, to umožňuje použít levnější komponenty na hnací nápravě. V prostředních dveřích má

výklopnou rampu pro kočárky a invalidní vozíky. Délka autobusu je 10 750 mm, šířka 2 525 mm a výška 2 950 mm. Rozvor činí 5 600 mm. Nástupní výška je 320 mm. Výška podlahy vpředu je 340 mm, vzadu 800 mm. Šířka předních dveří je 800 mm, prostředních 1200 mm a zadních 660 mm. Provozní hmotnost je 8 100 kg. Maximální přípustná pak 15 000 kg.

Hnací agregát je stejně jako u kratší verze naftový přeplňovaný šestiválec Iveco Tector F4AE3682F (Euro 5, EEV) o výkonu 185 kW. Použita je i stejná převodovka, šestistupňová automatická Allison T280R, na přání lze dodat mechanickou převodovku ZF 6AS 1010 BO s automatizovaným řazením. Přední náprava je zde SOR BN 004 s nezávislým zavěšením kol, řízení je zde hydraulické monoblokové RBL C 500V, zadní náprava je tuhá, typ DANA G150. [19]



Obr. 2.17. SOR BN 10,5 [19]

2.4.3. SOR BN 12

Je to dvounápravové třídvéřové vozidlo (Obr. 2. 17.) s polosamonosnou karosérii. Konstrukce je zhotovena z ocelových uzavřených profilů. Bočnice jsou z venku oplechované a zevnitř jsou obloženy plastovými deskami. Spodní části jsou z nerezové oceli. Celková obsaditelnost je 100 – 106 osob v závislosti na výbavě vozidla z toho je 30 + 1 míst pro sedící. Je to nízkopodlažní vozidlo pouze v dvou třetinách své délky, to umožňuje použít levnější komponenty na hnací nápravě. V prostředních dveřích má výklopnou rampu pro kočárky a invalidní vozíky. Délka autobusu je 11 790 mm, šířka

2 525 mm a výška 2 950 mm. Rozvor činí 6 180 mm. Nástupní výška je 320 mm. Výška podlahy vpředu je 340 mm, vzadu 800 mm. Šířka předních dveří je 800 mm, prostředních 1200 mm a zadních 1 200 mm. Provozní hmotnost je 9 030 kg. Maximální přípustná je 16 500 kg.

Hnací agregátem je naftový přeplňovaný šestiválec Iveco Tector F4AE3682E (Euro 5, EEV) o výkonu 194 kW a největším točivém momentu 1 000 Nm. Převodovka je zde šestistupňová automatická Allison T280R. Přední náprava je zde SOR BN 004 s nezávislým zavěšením kol, řízení je zde hydraulické monoblokové RBL C 500V, zadní náprava je tuhá, typ DANA G150. [20]



Obr. 2.18. SOR BN 12 [20]

2.4.4. SOR NB 12 City

Je to dvounápravové čtyřdveřové vozidlo (Obr. 2. 18.) polosamonosnou karoserií a v celé své délce je nízkopodlažní. Konstrukce je zhotovena z ocelových uzavřených profilů. Velká plocha vozidla je prosklená, což dává vozidlu moderní design. Spodní části jsou z nerezové oceli. Celková obsaditelnost je 98 osob, z toho je 26 + 1 míst pro sedící. Výbava se však může podle zákazníka lišit, chce-li vozidlo pro městský provoz nebo příměstský provoz. V prostředních dveřích má výklopnou rampu pro kočárky a invalidní vozíky. Délka autobusu je 12 180 mm, šířka 2 550 mm a výška 2 900 mm. Rozvor činí 6 180 mm. Nástupní výška je 320 mm. Výška podlahy je 340 mm. Šířka předních dveří je 800 mm, obou prostředních 1200 mm a zadních 1 200 mm. Provozní hmotnost je 9 700 kg. Maximální přípustná pak 16 700 kg.

Hnací agregát je naftový přeplňovaný šestiválec Iveco Tector F4AE3682E (Euro 5, EEV) o výkonu 194 kW a největším točivém momentu 1 000 Nm. Převodovka je zde šestistupňová automatická ZF Ecomat 6HP 504C. Přední náprava je zde SOR BN 004 s nezávislým zavěšením kol, řízení je zde hydraulické monoblokové RBL C 500V, zadní náprava je zde portálová, typ Voith BRA 132 DC80. [21]



Obr. 2.19. SOR NB 12 City [21]

2.4.5. SOR BNG 12

Je to dvounápravové třídvéřové vozidlo (Obr. 2. 19.) s polosamonosnou karoserií. Konstrukce je zhotovena z ocelových uzavřených profilů. Bočnice jsou zvenku oplechované a zevnitř je obložena plastovými deskami. Spodní části jsou z nerezové oceli. Celková obsaditelnost je 102 osob z toho je 30 + 1 míst pro sedící. Je to nízkopodlažní vozidlo pouze v dvou třetinách své délky, to umožňuje použít levnější komponenty na hnací nápravě. V prostředních dveřích má výklopnou rampu pro kočárky a invalidní vozíky. Délka autobusu je 11 790 mm, šířka 2 525 mm a výška 3 180 mm. Rozvor činí 6 180 mm. Nástupní výška je 320 mm. Výška podlahy vpředu je 340 mm, vzadu 800 mm. Šířka předních dveří je 800 mm, prostředních a zadních 1 200 mm. Provozní hmotnost je 9 510 kg. Maximální přípustná pak 16 500 kg.

Hnací agregát je řadový vertikální šestiválec Iveco CURSOR 8 CNG (Euro 5, EEV) o výkonu 213 kW a největším točivém momentu 1 100 Nm, jenž je poháněn stlačeným zemním plynem. Převodovka je zde šestistupňová automatická ZF

Ecomat 6HP 594 C. Přední náprava je zde SOR BN 004 s nezávislým zavěšením kol, řízení je zde hydraulické monoblokové RBL C 500V, zadní náprava je tuhá, typ DANA G150. [22]



Obr. 2.20. SOR BNG 12 [22]

2.4.6. SOR NBG 12

Je to dvounápravové čtyřdveřové vozidlo (Obr. 2. 20.) s polosamonosnou karoserií a v celé své délce je nízkopodlažní. Konstrukce je zhotovena z ocelových uzavřených profilů. Velká plocha vozidla je prosklená, což dává vozidlu moderní design. Spodní části jsou z nerezové oceli. Celková obsaditelnost je 92 osob, z toho je 26 + 1 míst pro sedící. Výbava se však může podle zákazníka lišit, chce-li vozidlo pro městský provoz nebo příměstský provoz. V prostředních dveřích má výklopnou rampu pro kočárky a invalidní vozíky. Délka autobusu je 12 180 mm, šířka 2 550 mm a výška 3 330. Rozvor činí 6 180 mm. Nástupní výška je 320 mm. Výška podlahy je 340 mm. Šířka předních dveří je 800 mm, obou prostředních 1200 mm a zadních 1 200 mm. Provozní hmotnost je 11 100 kg. Maximální přípustná pak 18 000 kg.

Hnací agregát je vertikální řadový šestiválec Iveco Tector F4AE3682E (Euro 5, EEV) o výkonu 213 kW a největším točivém momentu 1 100 Nm, jenž je poháněn stlačitelným zemním plynem. Převodovka je zde šestistupňová automatická ZF Ecomat 6HP 594 C. Přední náprava je zde SOR BN 004 s nezávislým zavěšením kol, řízení je zde hydraulické monoblokové RBL C 500V, zadní náprava je zde portálová, typ Voith BRA 132 DC80. [23]



Obr. 2.21. SOR NBG 12 [23]

3. Určení parametrů na porovnání

Dopravní prostředky v hromadné osobní dopravě se ve více či méně věcí liší v určitých parametrech. Právě díky odlišnostem jejich parametrů je lze mezi sebou porovnávat a vyhodnotit na základě jejich preferencí nejvhodnější vozidlo pro daný dopravní podnik. Vozidla mezi sebou porovnáváme po technické i ekonomické stránce.

U výběru vhodného dopravního prostředku může hrát poměrně velkou roli celková délka vozidla. Důvodů může být více. Je to hlavně proto, že zastávky, kde vozidla dopravního podniku zastavují, mají určitou délku a ve městě není náhoda, když se na jedné zastávce setkají 2-3 vozidla za sebou. Při překročení délky zastávky by mohl nastat problém a komplikovat tak třeba dopravu. Dalším z důvodů může být prostor v garážích nebo v dílnách.

Jako další technické parametry, s kterými lze počítat můžeme zařadit například typ motoru, výkon, kterým disponuje, včetně točivého momentu, emisní normu z hlediska ekologie, kterou splňuje. Lze uvést také typ hnací a hnané nápravy, typ převodovky včetně počtu převodových stupňů a konstrukční rychlost vozidla.

Parametry, které budu dále porovnávat jsou:

3.1. Obsaditelnost

Jako velmi důležitý parametr bereme v potaz obsaditelnost vozidla. Ta nám udává, jak velké množství cestujících může být umístěno ve vozidle v daném okamžiku. Je to celkový součet počtu míst k sezení a míst ke stání.

Obsaditelnost dělíme na:

- Normální (normovaná), kde je:
 - 0,2 až 0,25 m² užité plochy ke stání na jednu osobu, což je asi 4 – 5 os. na 1m²
 - 0,315 m² užité plochy na jedno místo k sedění
- Maximální, kde je:
 - 0,125 m² užité plochy na jedno místo určené ke stání, což je asi 8 os. na 1m²
 - 0,315 m² užité plochy na jedno místo k sedění.

Normální obsaditelnost se používá se při plánování, návrhu a řízení dopravního systému. Maximální je vypočtena z užité hmotnosti za použití průměrné hmotnosti jednoho cestujícího. Maximální obsaditelnost se může lišit podle druhu vozidla, jelikož v MHD jezdí více dětí a v dálkové dopravě je převáženo více cestovních zavazadel. [1]

3.2. Hmotnost

U vozidla se vyznačuje hned několik Hmotností. Jako hlavní z hlediska provozu můžeme považovat největší povolenou hmotnost, což je největší hmotnost, se kterou smí být vozidlo užíváno v provozu na pozemních komunikacích. Dále to je největší technicky přípustná hmotnost vozidla, tzn. největší hmotnost daná konstrukcí vozidla a hmotností jeho nákladu podle údajů výrobce vozidla. Okamžitá hmotnost u vozidla nebo jízdní soupravy je hmotnost zjištěná v určitém okamžiku při jejich provozu na pozemních komunikacích. Provozní hmotností se rozumí hmotnost nenaloženého vozidla s karoserií a se spojovacím zařízením (jen u tažných vozidel) v pohotovostním stavu nebo hmotnost podvozku s kabinou, pokud

výrobce nemontuje karoserii nebo spojovací zařízení. V neposlední řadě lze zmínit užitečnou hmotnost vozidla, což je matematický rozdíl mezi největší povolenou hmotností a pohotovostní hmotností. [24]

3.3. Šířka dveří

Poměrně velkou roli z hlediska výstupu a nástupu cestujících hraje počet a uspořádání dveří. Na meziměstských linkách stačí menší počet dveří a mohou být i užší. Ve městě je lepší mít dveří více, aby se urychlila doba nástupu a výstupu do a z vozidla a tím se zkrátila doba pobytu na zastávce. Pokud jsou dveře širší, umožní to výměnu více lidí současně, což rovněž zkrátí dobu pobytu na zastávce. V mé práci jsem vybíral pouze vozidla s třemi dveřmi, jelikož je to nejideálnější varianta pro město Opavu.

3.4. Nástupní výška

Nástupní výška je důležitá z hlediska pohodlí cestujících, zejména pro vozíčkáře, osoby se sníženou pohyblivostí a kočárky. Je-li nízká nástupní výška, znamená to také rychlejší výměnu cestujících. Novější autobusy mohou využít funkci kneeling, což znamená, že vozidlo sníží nástupní hranu k chodníku a tím umožní lepší nástup a výstup cestujících.

3.5. Výkon motoru

Tento parametru udává poměr maximální přípustné hmotnosti a výkonu motoru, to znamená, jaká hmotnost v kilogramech spadá na 1 kW výkonu motoru. U porovnávaných modelů autobusů byly vybírány nabízené motory s nejvyšším výkonem. Tyto motory pak splňují normu EURO 5.

3.6. Převodovka

Převodovku lze posuzovat z hlediska zkušeností, kvality a servisu. Důležitých je, ale více kritérií a to například značka, zda je mechanická nebo automatická a počet převodových stupňů. V závislosti na trati linky lze také zpřevodovat jednotlivé stupně.

3.7. Pořizovací cena

Je to v podstatě cena, za kterou bylo vozidlo pořízeno. Je důležitou součástí nákladů na provoz vozidla. Ty pak představují spotřebu živé a zvěcnělé práce vyjádřenou v penězích vynaložením na určitou činnost směřující ke konečnému efektu podniku za určité časové období za typických podmínek reprodukčního procesu. [? surovec]

Pořizovací cena vozidla se však v mnoha případech liší. Závisí to zejména na výbavě, kterou si přeje dopravce nebo v závislosti na tom, kolik vozidel si provozovatel pořídí. Velkou roli také hraje výběrové řízení dopravce, jelikož prodejce může pružně reagovat vzhledem k cenám konkurence až do výše, za kterou je minimálně ochoten vozidlo prodat. Někdy se konečné ceny mohou blížit výrobním nákladům.

3.8. Dostupnost servisu.

Dostupnost autorizovaného servisu je velmi důležitá v důsledku provozování vozidla. Může výrazně zkrátit dobu, kdy je vozidlo mimo provoz. Je-li servis ve vlastnictví podniku nebo blízko, je důležité pro výběr vhodné značky dopravního prostředku. Nově zakoupená vozidla musíme v závislosti na záruce servisovat pouze v autorizovaných servisech.

MDPO a.s. má servis značek Irisbus a Solaris. Případné větší závady se řeší v Opavě v nedalekém dopravním podniku TQM s.r.o., který disponuje autorizovaným servisem značek Iveco, Irisbus a SOR

4. Porovnávání a hodnocení kritérií

Vozidla budou porovnávána ve 2 hlavních krocích, kde 1. krokem bude nutné splnění požadavků podniku MDPO a.s. Tyto vybraná vozidla poté budou v 2. kroku porovnávána na základě jejich parametrů a následně bude vybráno nejvhodnější vozidlo.

4.1. Požadavky na nové vozidlo

Vozidla, která nebudou splňovat nutné požadavky MDPO a.s. budou vyřazena v tomto kroku.

Požadavky, které musí nové vozidlo splnit jsou následující:

- Délka vozidla je 10 m nebo 12 m
- Vozidlo je v celé své délce nízkopodlažní
- Kapacita vozidla je min 90 míst
- Počet dveří vozidla je rovno 3
- Vozidlo je poháněno naftou nebo CNG
- Výkon motoru je minimálně 170 kW
- Vozidlo splňuje normu Euro 5 nebo EEV

Dopravce dále preferuje vozidla, která mají další specifické komponenty, jako jsou nápravy ZF značky Hitachi a automatická převodovka VOITH. Nebudou-li tato vozidla dané komponenty obsahovat, nebudou už vyřazena, ale bude jejich hodnocení penalizováno.

Výše zmíněné požadavky splnilo 7 vozidel. Až na výrobce SOR, kde by výše zmiňované požadavky mohlo splnit pouze vozidlo SOR NB 12 City v připravované třídeverové verzi se do užšího výběru dostala vozidla každého výrobce. Jsou to tedy Irisbus Citelis 10 M, Irisbus Citelis 12 M, Irisbus Citelis 10 M CNG, Irisbus Citelis 12 M CNG, Mercedes – Benz Citaro, Mercedes – Benz Citaro (nový) a Solaris Urbino 12 CNG.

4.2. Výběr a porovnání parametrů

Pro výběr vhodného vozidla je nutné nejprve stanovit základní požadavky nebo-li parametry. Porovnání tedy probíhá následovně. Nejdříve jednotlivým vybraným parametrům

(kritériím) stanovím váhy, podle uvážení vedení MDPO a.s., následně jsou formou dotazníku jednotlivé parametry každého vozidla obodovány (bereme v úvahu průměrnou hodnotu osmi hodnotitelů), poté se body vynásobí s váhami a vznikne nám tak celkový užitek parametrů. Při následném sečtení variant pro každé vozidlo, vzejdou výsledné užítky a můžeme pak určit nejvhodnější vozidlo.

4.3. Určení vah kritérií

Přes určování vah jednotlivých kritérií se stanovuje důležitost bodovaných kritérií. Čím důležitější je dané kritérium, tím větší je jeho váha a tím významněji ovlivňuje celkový užitek daného vozidla. Výsledná hodnota vah kritérií však nesmí přesáhnout hodnotu 1. Existuje několik metod pro určování vah, liší se však zejména ve složitosti výpočtu a srozumitelnosti.

a. Metoda párového porovnání (Fullerova metoda)

Pomocí této metody se zjišťují preferenční vztahy dvojic kritérií, kde hodnotitel zjišťuje počet preferencí každého kritéria vzhledem k ostatním kritériím. Čím je kritérium významnější, tím je jeho váha větší. Postup je znázorněn v tabulce 4.1. V matici, nacházející se v pravé horní části této tabulky hodnotitel zapíše dané preference kritérií tak, že pokud je preferováno kritérium ve sloupci, zapíše jeho číslo do trojúhelníkové matice. Pokud je preferováno kritérium v řádku, zapíše do matice číslo tohoto kritéria. Následně se sečte počet preferencí a zapíše se do vedlejšího sloupce. Pořadí kritérií p_i se určí podle toho, které kritérium má největší počet preferencí. Dojde-li k shodě počtu preferencí nějakého kritéria, přihlíží se na jejich vzájemné porovnání a podle toho se pak určí jejich pořadí. V dalším kroku se ze vztahu (4.2) vypočítají hodnoty nenormovaných vah kritérií k_i . Hodnoty normovaných vah kritérií v_i se vypočítají podle vztahu (4.3).

kritérium	k1	k2	k3	k4	K5	Počet preferencí	Pořadí kriteria	Nenormovaná váha	Normovaná váha
K1		1	1	1	5	3	1	5	0,33
K2			3	2	2	2	3	3	0,2
K3				3	3	3	2	4	0,27
K4					5	0	5	1	0,07
K5						2	4	2	0,13
							Σ	15	1

Tab. 4.1 příklad výpočtu vah kritérií metodou párového porovnání

Vztah pro nenormovanou váhu kritéria:

$$k_i = n + 1 - p_i \quad (4.2)$$

Kde:

K_i – nenormovaná váha kritéria

n – počet kritérií v souboru

p_i – pořadí i-tého kritéria

Vztah pro normovanou váhu kritéria:

$$v_i = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i} \quad (4.3)$$

Kde:

K_i – nenormovaná váha kritéria

V_i – normovaná váha kritéria

n – počet kritérií v souboru

b. Saatyho metoda

Prvním krokem hodnotitele je zjištění preferenčních vztahů dvojic kritérií, analogicky jako u metody párového porovnání. Kromě směru se však určuje také velikost preference daného kritéria. Tato velikost je určena počtem bodů ze zvolené bodové stupnice, která je také opatřena deskriptory, uvedené v tabulce.

Počet bodů	deskriptor
1	Kritéria jsou stejně významná
3	První kritérium je slabě významnější
5	První kritérium je dosti významnější
7	První kritérium je prokazatelně významnější
9	První kritérium je absolutně významnější

Tab. 4.2 – bodová stupnice s deskriptory

Použijeme-li hodnoty 2, 4, 6, 8, můžeme dosáhnout jemnějšího rozlišení preferencí dvojic kritérií. V prvním kroku je výsledkem zaplněná horní trojúhelníková (Saatyho) matice S . Zbylé prvky na diagonále a v dolní trojúhelníkové matici se získávají ze vztahů:

$$S_{ii} = 1 \text{ pro všechna } i$$

$$S_{ij} = \frac{1}{S_{ji}} \text{ pro všechna } i \text{ a } j$$

Postup je stanoven v následující tabulce 4.3, kdy velikost preferencí stanoví hodnotitel

Kriterium	K1	K2	K3	K4	K5	Součin preferencí	Geometrický prům.	Normovaná váha
K1	1	3	1/5	1/7	5	15/35	0,84	0,13
K2	1/3	1	1/3	5	3	15/9	1,1	0,16
K3	5	3	1	7	5	525	3,5	0,52
K4	7	1/5	1/7	1	3	21/35	0,9	0,14
K5	1/5	1/3	1/5	1/3	1	1/225	0,34	0,05
Σ							6,68	1

Tab. 4.3 – příklad Saatyho metody výpočtu vah kritérií

Geometrický průměr např. pro kriterium k1 : $0,84 = (1 \cdot 3 \cdot 1/5 \cdot 1/7 \cdot 5)^{1/5}$

Normovanou váhu spočítám podle vztahu:

$$V_i = \frac{G_i}{\sum_{i=1}^n G_i} \quad (4.4)$$

v_i - normovaná váha i-tého kritéria [-]

G_i - geometrický průměr i-tého kritéria [-]

n - počet kritérií

c. Metoda stanovení preferenčního pořadí

Při použití této metody nejdříve hodnotitel přímo určí dle svého uvážení pořadí významnosti kritérií od nejvýznamnějšího po nejméně významné, což je znázorněno v tabulce 4.4.

K výpočtu nenormované váhy použijeme vztah $k_i = n + 1 - p_i$

K výpočtu normované váhy použijeme vztah $v_i = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i}$

Kriterium	pořadí	Nenormovaná váha
1	1	4
2	3	2
3	4	1
4	2	3

Tab. 4.4 – ukázka výpočtu metody stanovení preferenčního pořadí

d. Metoda alokace 100 bodů

U této metody má hodnotitel k dispozici 100 bodů. Ty pak musí rozdělit mezi jednotlivá kritéria podle jejich významnosti. Podle počtu přidělených bodů ke každému kritériu, zjistíme míru váhy významnosti. Jako u předchozí metody se pro výpočet nenormované a normované váhy uplatní vztah:

$$k_i = n + 1 - p_i \text{ pro výpočet nenormované váhy}$$

$$v_i = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i} \text{ pro výpočet normované váhy}$$

[24]

Ve své práci jsem si vybral Metodu stanovení preferenčního pořadí, jelikož se jeví jako nejsrozumitelnější. Dopravce si vybral, které parametry jsou pro něj nejdůležitější a podle toho jim byly přiřazeny váhy. Metoda je řešena v následující tabulce 4.5.

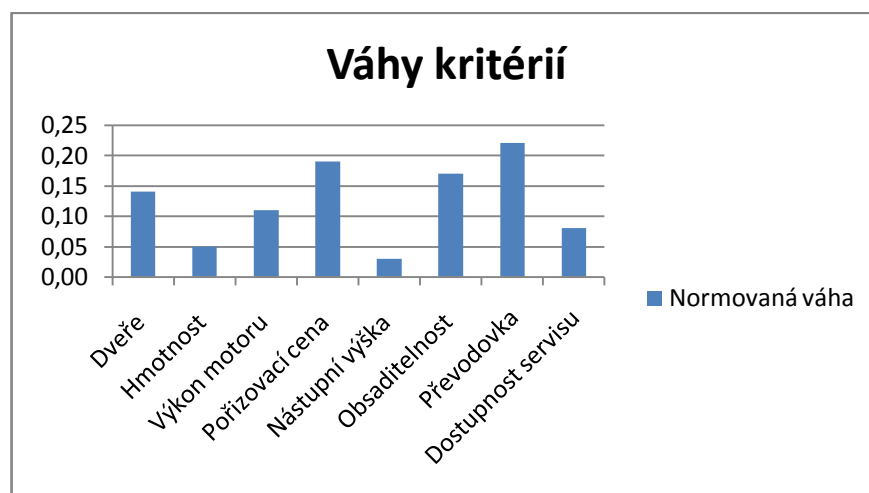
Kriterium	Pořadí	Nenormovaná váha	Normovaná váha
Dveře	4	5	0,14
Hmotnost	7	2	0,05
Motor	5	4	0,11
Pořizovací cena	2	7	0,19
Nástupní výška	8	1	0,03
Obsaditelnost	3	6	0,17
Převodovka	1	8	0,22
Dostupnost servisu	6	3	0,08
	Σ	36	1

Tab. 4.5 – Metoda stanovení preferenčního pořadí

Příklad výpočtu normované váhy pro dveře:

Podle vztahu (4.2) $k_i = n + 1 - p_i = 8 + 1 - 4 = 5$

Podle vztahu (4.3) $v_i = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i} = \frac{5}{36} = 0,14$



Obr. 4.1 – graf váhy kritérií

4.4. Vícekriteriální hodnocení

Následně se zjišťoval celkový užitek vozidel a to způsobem, že jednotlivé parametry byly u každého vozidla ohodnoceny body od 1 do 10, kdy 1 je nejhorší a 10 je nejlepší hodnocení. Bodování probíhalo formou dotazníku (viz. příloha), který hodnotilo 10 lidí z podniku MDPO a.s., kteří se nějakým způsobem podílí na nákupu nových vozidel. Výhoda bodování je ta, že kvantitativní kritéria měřená v různých jednotkách lze převést na společného jmenovatele, to znamená body. Kritéria tak jsou vyjádřena v počtech bodů. Body jsou přiřazovány pro parametry s přímou a nepřímou úměrou, to znamená, že nepřímá úměrnost se vyskytuje například u ceny, kde nižší cena má více bodů. Naopak přímá úměrnost je, když vyšší hodnota daného parametru je lépe hodnocena, například obsaditelnost vozidla.

	Dveře	Hmotnost	Výkon Motoru	Pořizovací cena	Nástupní výška	Obsaditelnost	Převodovka	Dostupnost servisu
Irisbus Citelis 10 M	7,8	6,2	8,9	7,9	9,1	6,2	8,2	9,8
Irisbus Citelis 12 M	7,8	6,4	8,9	7,7	9,1	7,1	8,2	9,8
Irisbus Citelis 10 M CNG	7,8	6,2	8,9	6,9	9,1	6,2	8,2	8,3
Irisbus Citelis 12 M CNG	7,8	6,4	8,9	6,8	9,1	7,1	8,2	8,3
Mercedes – Benz Citaro	8,0	7,5	8,2	6,1	8,2	8,0	6,1	5,1
Mercedes – Benz Citaro (nový)	8,0	7,2	8,1	5,8	8,2	7,5	6,1	5,1
Solaris Urbino 12 CNG	8,3	5,4	8,1	6,4	8,2	7,2	8,2	7,9

Tab. 4.6 – Kriteriační matice Y (Bodové ohodnocení jednotlivých parametrů)

Pro řešení úlohy jsem použil dvě metody, abych si potvrdil správnost výsledku.

Úloha vícekriteriálního hodnocení variant

a. metodou celkového užitku variant -výpočet celkového užitku variant

Nejdříve se musí transformovat kritériální matice Y na normalizovanou kritériální matici U. Na základě bodového ohodnocení jednotlivých vozidel podle zvolených kritérií přiřadíme hodnotu užitku u_{ij} v rozmezí 0 až 1. Opět platí, že čím je toto číslo větší, tím více danou alternativu hodnotitel preferuje.

	Dveře	Hmotnost	Výkon Motoru	Pořizovací cena	Nástupní výška	Obsaditelnost	Převodovka	Dostupnost servisu
Irisbus Citelis 10 M	0,78	0,62	0,89	0,79	0,91	0,62	0,82	0,98
Irisbus Citelis 12 M	0,78	0,64	0,89	0,77	0,91	0,71	0,82	0,98
Irisbus Citelis 10 M CNG	0,78	0,62	0,89	0,69	0,91	0,62	0,82	0,83
Irisbus Citelis 12 M CNG	0,78	0,64	0,89	0,68	0,91	0,71	0,82	0,83
Mercedes – Benz Citaro	0,8	0,75	0,82	0,61	0,82	0,8	0,61	0,51
Mercedes – Benz Citaro (nový)	0,8	0,72	0,81	0,58	0,82	0,75	0,61	0,51
Solaris Urbino 12 CNG	0,83	0,54	0,81	0,64	0,82	0,72	0,82	0,79

Tab. 4.7 – Transformovaná normalizovaná matice U

Výpočet celkového užitku daného vozidla probíhá tak, že násobíme mezi sebou normalizovaný prvek v i-tém řádku a j-tém sloupci matice U (Tab. 4.7) a normovanou váhu kritéria v j-tém sloupci (Tab. 4.5). Uplatňujeme proto následující vztah:

$$U(a_i) = \sum_{j=1}^n u_{ij} \cdot v_j \quad (4.5)$$

Kde:

$U(a_i)$ -celkový užitek varianty v i-tém řádku

v_j -normovaná váha kritéria v j-tém sloupci

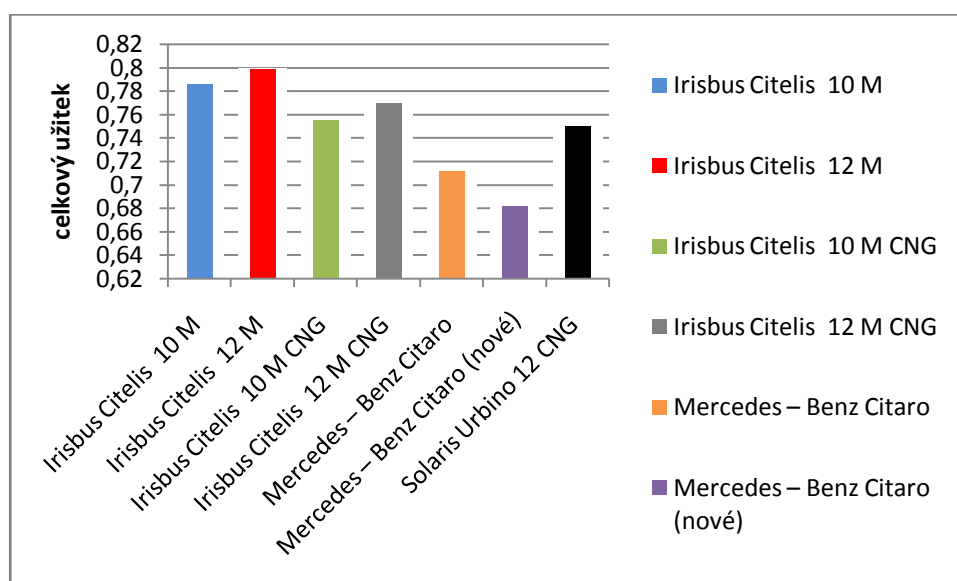
u_{ij} -normalizovaný prvek v i-tém řádku a j-tém sloupci matice U

Na základě toho vztahu (4.5) lze tedy vyjádřit celkový užitek daného vozidla na základě znalosti vah kritérií hodnocení a dílčích užiteků variant vzhledem k jednotlivým kritériím. Celkový užitek je v podstatě vážený součet těchto užiteků. Vyhodnocení je zobrazeno v tabulce 4.8, kde jsou porovnány vozy podle celkového užitku.

Vozidlo	Celkový užitek
Irisbus Citelis10 M	0,7859
Irisbus Citelis 12 M	0,7986
Irisbus Citelis 10 M CNG	0,7549
Irisbus Citelis 12 M CNG	0,7695

Mercedes – Benz Citaro	0,712
Mercedes – Benz Citaro (nové)	0,6816
Solaris Urbino 12 CNG	0,7499

Tab. 4.7 – Celkový užitek vozidel



Obr. 4.1 – graf celkového užitku vozidel

Vozidlo, které dosáhlo největšího celkového užitku je vybráno jako nejlepší. V tomto případě je to Irisbus Citelis 12 M.

b. metodou WSA (Weighted Sum Approach) -maximalizace užítu variant váhami ohodnocených kritérií

Nejdříve z kritériální matice Y určíme ideální varianty H a bazální varianty D, kde ideální varianta H (hypotetická) dosahuje ve všech kritériích nejlepší hodnoty. Naopak bazální varianta D dosahuje ve všech kritériích nejhorší hodnoty.

	Dveře	Hmotnost	Výkon Motoru	Pořizovací cena	Nástupní výška	Obsaditelnost	Převodovka	Dostupnost servisu
ideální varianta	8,3	7,5	8,9	7,9	9,1	8,0	8,2	9,8
bazální varianta	7,8	5,4	8,1	5,8	8,2	6,2	6,1	5,1

Tab. 4.8 – Ideální a bazální varianta výchozí kritériální matice Y

Následně se transformuje kritériální matice Y (Tab. 4.6) na normalizovanou kritériální matici R podle následujícího vzorce:

$$r_{ij} = \frac{Y_{ij} - D_j}{H_j - D_j} \quad (4.6)$$

Kde:

r_{ij} -normalizovaný prvek v i-tém řádku a j-tém sloupci matice R

y_{ij} -prvek v i-tém řádku a j-tém sloupci matice Y

D_j -bazální varianta j-tého prvku

H_j -ideální varianta j-tého prvku

	Dveře	Hmotnost	Výkon Motoru	Požizovací cena	Nástupní výška	Obsaditelnost	Převodovka	Dostupnost servisu
Irisbus Citelis 10 M	0	0,38	1	1	1	0	1	1
Irisbus Citelis 12 M	0	0,47	1	0,9	1	0,5	1	1
Irisbus Citelis 10 M CNG	0	0,38	1	0,52	1	0	1	0,68
Irisbus Citelis 12 M CNG	0	0,47	1	0,48	1	0,5	1	0,68
Mercedes – Benz Citaro	0,4	1	0,13	0,14	0	1	0	0
Mercedes – Benz Citaro (nové)	0,4	0,86	0	0	0	0,72	0	0
Solaris Urbino 12 CNG	1	0	0	0,29	0	0,56	1	0,59

Tab. 4.9 – Transformovaná normalizovaná matice R

Výpočet váženého užitku daného vozidla probíhá tak, že násobíme mezi sebou normovanou váhu kritéria v j-tém sloupci a normalizovaný prvek v i-tém řádku a j-tém sloupci matice R. Uplatňujeme proto následující vztah:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j \cdot r_{ij} \quad (4.7)$$

Kde:

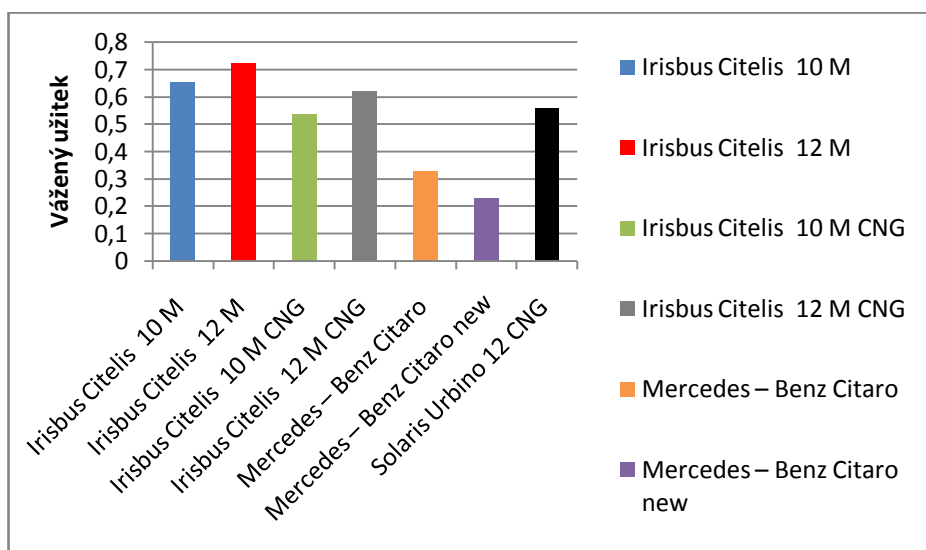
$u(a_i)$ -užitek varianty v i-tém řádku

v_j -normovaná váha kritéria v j-tém sloupci

r_{ij} -normalizovaný prvek v i-tém řádku a j-tém sloupci matice R.

Irisbus Citelis 10 M	0,6528
Irisbus Citelis 12 M	0,7242
Irisbus Citelis 10 M CNG	0,536
Irisbus Citelis 12 M CNG	0,6188
Mercedes – Benz Citaro	0,3269
Mercedes – Benz Citaro new	0,23
Solaris Urbino 12 CNG	0,5575

Tab. 4.10 – Vážený užitek vozidel



Obr. 4.1 – graf celkového užítu vozidel

Vozidlo, které dosáhlo největšího váženého užítu je vybráno jako nejlepší. V tomto případě je to opět Irisbus Citelis 12 M.

5. Vyhodnocení a výběr autobusu

Vyhodnocení vozidel je uvedeno v následující tabulce 5.1, kde nejvyšší hodnoty metodou celkového užítu i váženého užítu dosáhlo vozidlo Irisbus Citelis 12 M. To znamená, že vozidlo nejvíce odpovídalo požadavkům a nárokům Městského dopravního podniku Opava.

Vozidlo	Celkový užitek	Vážený užitek
Irisbus Citelis 10 M	0,7859	0,6528
Irisbus Citelis 12 M	0,7986	0,7242
Irisbus Citelis 10 M CNG	0,7549	0,536
Irisbus Citelis 12 M CNG	0,7695	0,6188
Mercedes – Benz Citaro	0,712	0,3269
Mercedes – Benz Citaro (nové)	0,6816	0,23
Solaris Urbino 12 CNG	0,7499	0,5575

Tab. 5.1 – celkový a vážený užitek vozidel

Druhé místo obsadilo vozidlo stejného výrobce Irisbus Citelis 10 M, které zaostává jen minimálně a to hlavně z hlediska obsaditelnosti. Lze však podotknout, že toto vozidlo může být klidně nasazováno na příměstské linky, kde není taková hustota lidí nebo na noční linky.

Velkou pozornost však zasluhuje třetí vozidlo Irisbus Citelis 12 M CNG. Vozidlo je poháněno na stlačený zemní plyn a odborníci tomuto pohonu předvídají budoucnost. Podle plánů EU by v příštích letech měl přebírat stále větší podíl.

5.1. Výhody a nevýhody naftového a CNG pohonu pro podnik MDPO

5.1.1. Irisbus Citelis 12 M - diesel

Výhody:

- dobré zkušenosti se servisem
- hustá servisní síť
- vysoká dostupnost náhradních dílů
- při poruše čerpadla možnost natankovat kdekoliv jinde
- tišší chod čerpadla při plnění než u CNG kompresoru
- plní Normu EEV
- nižší pořizovací cena vozidel

Nevýhody:

- vyšší cena pohonných hmot oproti CNG
- spotřební daň nafty
- vyšší hlučnost motoru oproti CNG

5.1.2. Irisbus Citelis 12 M CNG

Výhody:

- tichý chod motoru
- úspora cca 3 Kč na kilometr vzhledem k naftě
- zatím není spotřební daň na plyn
- šetrnější k životnímu prostředí oproti naftě
- dotace na plnicí stanice
- plní Normu EEV

Nevýhody:

- řídká servisní síť
- vysoké náklady na pořízení plnicí stanice

- kvůli jistění proti výpadku nutnost mít alespoň 2 plnicí stanice ve městě
- hlučnější provoz plnicí stanice
- delší doba plnění vzhledem k poklesu tlaku
- větší pravděpodobnost poruchy oproti čerpadlu na naftu
- nejistota kvůli možnému pozdějšímu uvalení spotřební daně na plyn
- vyšší pořizovací cena vozidel

Na základě konzultace s vedením MDPO a.s. a vyhodnocení všech výhod a nevýhod těchto dvou vozidel, vzešel výhodněji pro podnik autobus Irisbus Citelis 12 M a to hlavně z důvodu kladných zkušeností s tímto vozidlem.



Obr. 5.1. IrisbusCitelis 12M

6. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo najít podle zvolených požadavků co nejvhodnější vozidlo pro Městský dopravní podnik Opava, jelikož v důsledku inovací vozidel a neustálého zpřísňování emisních norem je třeba neustále obnovovat vozový park. Ideální stáří vozového parku je v průměru devět let.

Na úvod jsem se zaměřil na stručné přiblížení historie autobusové dopravy a důležitých milníků v Evropě, České republice a v neposlední řadě popsání vývoje hromadné dopravy v Opavě. Dále jsou zobrazeny kategorie autobusů. Poslední bod v první kategorii je věnován současnému Městskému dopravnímu podniku.

V druhé kapitole mé práce jsem se věnoval analýze vozidel pro městskou dopravu, určených pro Český trh. Do výběru jsou zahrnuti výrobci vozidel, kteří mají sídlo v České republice nebo minimálně obchodní zastoupení. U vozidel jsou popsány důležité technické parametry.

V následujících dvou kapitolách jsou zobrazeny vozidla, která splnily nutné požadavky MDPO a.s. Poté jsou vybrány parametry, které jsou následně porovnávány pro každé vozidlo. Parametry jsou porovnávány pomocí dvou metod, abych se přesvědčil o nejvhodnějším vozidle. Výsledky obou metod vyšly téměř shodně.

Poslední krok se věnuje vyhodnocení a výběru vhodného vozidla pro městskou hromadnou dopravu. Postupoval jsem tak, že z předchozí kapitoly jsem vzal výsledky obou metod a pomocí celkového a váženého užitku jsem vytyčil vítěze. Tímto autobusem byl Irisbus Citelis 12 M. Následně jsem poukázal na výhody a nevýhody pohonu na diesel nebo CNG. Při výběru vhodného vozidla však nezáleží jen na parametrech, které byly porovnávány, ale také na zkušenostech s daným výrobcem, ochotě se přizpůsobit zákazníkovi a dohoda o ceně v případě koupi více vozidel. Před koupi také dochází k poradě s jinými dopravci, kteří mají zkušenosti s daným vozidlem. Také záleží, na kterou linku bude vozidlo nasazováno, aby bylo využití co nejefektivnější. V každém případě bude vybrané vozidlo vhodné pro zkvalitnění dopravy ve městě Opava.

Seznam Literatury

- [1] Folprecht, J., Křivda, V., Fric, J., Olivková, I. Městská hromadná doprava (vybrané statě). Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava. 1. vyd. Ostrava. 2005. 124 s. ISBN 80-248-0769-6.
- [2] Martinek, B. 100 let městské dopravy v Opavě. Opava: Městský dopravní podnik Opava, a. s. 2005. ISBN – 80-239-5502-0
- [3] Iveco Czech Republic a. s.. Irisbus- GX 127 L. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z www: <http://web.iveco.com/czech/produkty/pages/irisbus-gx127.aspx>
- [4] Iveco Czech Republic a. s.. Citelis 10M. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z www: http://web.iveco.com/czech/collections/technical_sheets/Documents/Irisbus/M%C4%9Bstsk%C3%A9%20autobusy/01_Citelis_Diesel_10_5m_CZ_E5_Kv%C3%8Ften_2010.pdf
- [5] Iveco Czech Republic a. s.. Citelis 12M. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z www: http://web.iveco.com/czech/collections/technical_sheets/Documents/Irisbus/M%C4%9Bstsk%C3%A9%20autobusy/02_Citelis_Diesel_12m_CZ_E5_Kv%C3%8Ften_2010.pdf
- [6] Iveco Czech Republic a. s.. Citelis 10M CNG. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z www: http://web.iveco.com/czech/collections/technical_sheets/Documents/Irisbus/M%C4%9Bstsk%C3%A9%20autobusy/02_Citelis_Diesel_12m_CZ_E5_Kv%C3%8Ften_2010.pdf
- [7] Iveco Czech Republic a. s.. Citelis 12M CNG. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z www: http://web.iveco.com/czech/collections/technical_sheets/Documents/Irisbus/M%C4%9Bstsk%C3%A9%20autobusy/02_Citelis_Diesel_12m_CZ_E5_Kv%C3%8Ften_2010.pdf
- [8] Iveco Czech Republic a. s.. Citelis 12M Hybrid. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z www: http://web.iveco.com/czech/collections/technical_sheets/Documents/Irisbus/M%C4%9Bstsk%C3%A9%20autobusy/07_Citelis_HYBRID_12m_CZ_EEV_Rijen_2011.pdf
- [9] EvoBus Bohemia s.r.o.. Conecto. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z www: http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/bus/home/new_buses/models/regular_service_busses/conecto/
- [10] EvoBus Bohemia s.r.o.. Citaro K. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z www: http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/bus/home/new_buses/models/regular_service_busses/_citaro/facts/technical_data.html
- [11] EvoBus Bohemia s.r.o.. Citaro . [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z www: http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/bus/home/new_buses/models/regular_service_busses/_citaro/facts/technical_data.html

- [12] EvoBus Bohemia s.r.o.. Citaro C2 . [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z [www: http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/bus/home/new_buses/models/regular_service_busses/_Citaro_c2/facts/technical_data.html](http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/bus/home/new_buses/models/regular_service_busses/_Citaro_c2/facts/technical_data.html)
- [13] Solaris Bus & Coach a. s.. Solaris Urbino 10. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z [www: http://www.solarisbus.com/vehicle/urbino-10#goTo|urbino1_scene2](http://www.solarisbus.com/vehicle/urbino-10#goTo|urbino1_scene2)
- [14] Solaris Bus & Coach a. s.. Solaris Urbino 12. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z [www: http://www.solarisbus.com/vehicle/urbino-12#goTo|urbino1_scene2](http://www.solarisbus.com/vehicle/urbino-12#goTo|urbino1_scene2)
- [15] Solaris Bus & Coach a. s.. Solaris Urbino 12 CNG. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z [www: http://www.solarisbus.com/vehicle/urbino-12-cng#goTo|urbino1_scene2](http://www.solarisbus.com/vehicle/urbino-12-cng#goTo|urbino1_scene2)
- [16] Solaris Bus & Coach a. s.. Solaris Urbino 12 Eaton Hybrid. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z [www: http://www.solarisbus.com/vehicle/eaton#goTo|urbino1_scene2](http://www.solarisbus.com/vehicle/eaton#goTo|urbino1_scene2)
- [17] Solaris Bus & Coach a. s.. Solaris Urbino Škoda Hybrid H12. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z [www: http://www.solarisbus.com/vehicle/skodahybrid#goTo|urbino1_scene2](http://www.solarisbus.com/vehicle/skodahybrid#goTo|urbino1_scene2)
- [18] SOR Libchavy spol. s. r. o.. SOR BN 9,5. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z [www: http://www.sor.cz/site/mestsky-autobus-sor-bn-95](http://www.sor.cz/site/mestsky-autobus-sor-bn-95)
- [19] SOR Libchavy spol. s. r. o.. SOR BN 10,5. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z [www: http://www.sor.cz/site/mestsky-autobus-sor-bn-105](http://www.sor.cz/site/mestsky-autobus-sor-bn-105)
- [20] SOR Libchavy spol. s. r. o.. SOR BN 12. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z [www: http://www.sor.cz/site/mestsky-autobus-sor-bn-12](http://www.sor.cz/site/mestsky-autobus-sor-bn-12)
- [21] SOR Libchavy spol. s. r. o.. SOR NB 12 City. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z [www: http://www.sor.cz/site/mestsky-autobus-sor-nb-12-city](http://www.sor.cz/site/mestsky-autobus-sor-nb-12-city)
- [22] SOR Libchavy spol. s. r. o.. SOR NB 12 City. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z [www: http://www.sor.cz/site/mestsky-autobus-sor-bng-12](http://www.sor.cz/site/mestsky-autobus-sor-bng-12)
- [23] SOR Libchavy spol. s. r. o.. SOR NB 12 City. [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z [www: http://www.sor.cz/site/mestsky-autobus-sor-nbg-12](http://www.sor.cz/site/mestsky-autobus-sor-nbg-12)
- [24] Ministerstvo dopravy. Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů ze dne 11. Července 2002 o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách v provozu vozidel na pozemních komunikacích [online]. [cit. 2013-04-25]. Dostupný z <http://www.mdcz.cz/NR/ronlyres/34A42D18-16F8-48C4-9D0C-E64B33EDB88E/>
- [25] Surovec, P. Provoz a ekonomika silniční dopravy I. Ostrava: VŠB-TU Ostrava. 2000. ISBN – 80-7078-735-X
- [26] Olivková, I. Telemat. aplikace při řízení dopravních systémů [online]. [cit. 2013-04-16]. Dostupný z [www: http://issuu.com/michdor/docs/m13_text?mode=window](http://issuu.com/michdor/docs/m13_text?mode=window)

Seznam příloh

Příloha [1] Dotazník s průměrnými hodnotami

[1] Dotazník s průměrnými hodnotami

Forma dotazníku s ohodnocením následujících autobusů:

Výsledné hodnoty jsou již zprůměrovány z deseti dotazníků.

DOTAZNÍK								
Irisbus Citelis 10 M								
	Body (1-10)							
	Výkon [kW]	Hmotnost [kg]	Obsaditelnost [os.]	Dveře [mm]	Pořizovací Cena	Nástupní výška [mm]	Převodovka	Dostupnost servisu
	180	0,62*	90	1 200	-	320/330		-
Bod	7,8	6,2	8,9	7,9	9,1	6,2	8,2	9,8
Irisbus Citelis 12 M								
	Body (1-10)							
	Výkon [kW]	Hmotnost [kg]	Obsaditelnost [os.]	Dveře [mm]	Pořizovací Cena	Nástupní výška [mm]	Převodovka	Dostupnost servisu
	180	0,62*	96	1 200	-	320/330		-
Bod	7,8	6,4	8,9	7,7	9,1	7,1	8,2	9,8
Irisbus Citelis 10 M CNG								
	Body (1-10)							
	Výkon [kW]	Hmotnost [kg]	Obsaditelnost [os.]	Dveře [mm]	Pořizovací Cena	Nástupní výška [mm]	Převodovka	Dostupnost servisu
	180	0,62*	90	1 200		320/330		-
Bod	7,8	6,2	8,9	6,9	9,1	6,2	8,2	8,3
Irisbus Citelis 12 M CNG								
	Body (1-10)							
	Výkon [kW]	Hmotnost [kg]	Obsaditelnost [os.]	Dveře [mm]	Pořizovací Cena	Nástupní výška [mm]	Převodovka	Dostupnost servisu
	180	0,62*	96	1 200	-	320/330		-
Bod	7,8	6,4	8,9	6,8	9,1	7,1	8,2	8,3
Mercedes – Benz Citaro								
	Body (1-10)							
	Výkon [kW]	Hmotnost [kg]	Obsaditelnost [os.]	Dveře [mm]	Pořizovací Cena	Nástupní výška [mm]	Převodovka	Dostupnost servisu
	210	0,55*	105	1 250	-	320/340		-
Bod		8,0	7,5	8,26,1	8,2	8,0	6,1	5,1
Mercedes – Benz Citaro (nové)								
	Body (1-10)							
	Výkon [kW]	Hmotnost [kg]	Obsaditelnost [os.]	Dveře [mm]	Pořizovací Cena	Nástupní výška [mm]	Převodovka	Dostupnost servisu
	213	0,57*	101	1 250	-	320/340		-
Bod	8,0	7,2	8,1	5,8	8,2	7,5	6,1	5,1
Solaris Urbino 12 CNG								
	Body (1-10)							
	Výkon [kW]	Hmotnost [kg]	Obsaditelnost [os.]	Dveře [mm]	Pořizovací Cena	Nástupní výška [mm]	Převodovka	Dostupnost servisu
	213	0,72*	97	1 350	-	320/340		-
Bod	8,3	5,4	8,1	6,4	8,2	7,2	8,2	7,9

*¹ hmotnost – poměr užitečné hmotnosti k celkové hmotnosti. Nejvíce body ohodnocen autobus s největším poměrem hmotností.

*² Pořizovací cena – Nejvíce bodů dostane vozidlo, které má nejnižší pořizovací cenu